Çevresel Radyasyon: Japonya'da Korkulan Radyoaktif Çekirdekler...

Bilim ve Teknik

TÜBİTAK

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Nisan 2011 Yıl 44 Sayı **521**
4 TL

Bilim ve Teknik Nisan 2011 Yıl 44 Sayı 521 Nükleer Enerji ve Japonya'daki Son Durum

Nükleer Enerji ve Japonya'daki Son Durum

Radyasyon ve İnsan Sağlığı

Nükleer Santraller ve Güvenlik

Japonya Depremi ve Tsunamisi


ISSN 13003380
21
9 771300 338001

Bilim ve Teknik

TÜBİTAK

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 44 Sayı 521
Nisan 2011

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır" Mustafa Kemal Atatürk



Getty Images

Yine acı bir haber geldi: Japonya'da büyük bir deprem olmuş, ardından tsunami ve nükleer santral hasarı meydana gelmişti. Haber kanalları, internet sayfaları neredeyse saniye saniye bu korkunç olayın detaylarını veriyordu. Olayın sıcaklığı, heyecanı arasında birbiri ardına verilen haberler çok yüzeysel ve birbirinin tekrarıydı, kimi zaman da yanlış bilgiler veriliyordu. Haber bombardımanı korku ve paniği besliyordu. Anlık haberin dışında ayrıntılı, bilimsel verilere dayalı, güvenilir bilgiye ihtiyaç vardı. Bu tür olağanüstü durumlarda, ciddi yayın organları toplumun ihtiyacı olan doğru bilgiyi derleyip izleyicilerine ve okuyucularına sunar. TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisi gibi popüler bilim dergileri ise, meydana gelen olayla ilgili verileri değerlendiren bilim insanlarının ulaştığı sonuçları anlaşılır biçimde okuyucularına aktarır. Dergimizin içerik planı ayın ilk haftası kesinleşmişti, yazıların hazırlığı devam ediyordu. 11 Mart Japonya depreminin ardından deprem ve tsunami, nükleer santraller, radyoaktif tehlike konularında yazılar hazırlamaya karar verdik. Yaklaşık 10 gün içinde yazılarımızı hazırladık. "Tsunamiden Dünyaya Acı Bir Ders Daha" başlıklı yazımız tsunami konusundaki çalışmalarıyla tanınan Prof. Dr. Ahmet Cevdet Yalçıner ve doktora öğrencisi Ceren Özer tarafından hazırlandı. Nükleer enerji, nükleer santral konularındaki bilgilerimizi tazeleyen "Nükleer Enerji ve Japonya'daki Son Durum" başlıklı yazı şu anda ABD'de University of Illinois Urbana-Champaign'de Nükleer Plazma ve Radyolojik Mühendislik Bölümü'nde okuyan Cem Bağdatlıoğlu tarafından yazıldı. Arkadaşımız Alp Akoğlu nükleer santraller ve güvenlik, Zeynep Ünalan ise radyoaktif çekirdekler konularını araştırarak nükleer santraller ve korktuğumuz radyoaktif maddeler hakkında bilgi derledi. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Doç. Dr. Gökhan Özyiğit ve Gözde Yazıcı radyasyonun insan sağlığına etkilerini anlatan bir yazı hazırladı. Çok kısa sürede, böylesine önemli konularda yazılarıyla dergimize katkıda bulunan araştırmacılarımıza teşekkür ederiz.

Son aylarda genç bilimcilerden "lise yıllarından beri okuduğum Bilim ve Teknik dergisinde ben de yazı yazabilir miyim?" soruları geliyor. Biz de onlara "Tabii yazabilirsiniz, çünkü bu dergide çalışanlar da dahil yazarlarının tamamı birer Bilim ve Teknik okuru" diye cevap veriyoruz. Yurt içinden ve dışından çok sayıda bilim insanından dergimize yazılar geliyor. Bu güzel gelişmeyi tüm okuyucularımızla paylaşmak, bilim dünyasının içinde olan ya da bu dünyayı izleyen herkesin okudukları dergide yazma imkânının olduğunu belirtmek istiyoruz.

Saygılarımızla

Duran Akca

Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Nüket Yetiş

Genel Yayın Yönetmeni
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Duran Akca
(duran.akca@tubitak.gov.tr)

Yazı ve Araştırma
Alp Akoğlu
(alp.akoglu@tubitak.gov.tr)
İlay Çelik
(ilay.celik@tubitak.gov.tr)
Dr. Bülent Gözcelioğlu
(bulent.gozcelioglu@tubitak.gov.tr)
Dr. Özlem İkinci
(ozlem.ikinci@tubitak.gov.tr)
Dr. Zeynep Ünalan
(zeynep.unalan@tubitak.gov.tr)
Dr. Oğuzhan Vıcıl
(oguzhan.vicil@tubitak.gov.tr)

Redaksiyon
Sevil Kıvan
(sevil.kivan@tubitak.gov.tr)
Özlem Özbal
(ozlem.ozbal@tubitak.gov.tr)

Grafik Tasarım - Uygulama
Ödül Evren Töngür
(odul.tongur@tubitak.gov.tr)

Web
Sadi Atılgan
(sadi.atilgan@tubitak.gov.tr)

Mali Yönetmen
H. Mustafa Uçar
(mustafa.ucar@tubitak.gov.tr)

Abone İlişkileri
E. Sonnur Özcan
(sonnur.ozcan@tubitak.gov.tr)

İdari Hizmetler
İmran Tok
(imran.tok@tubitak.gov.tr)

Yazışma Adresi
Bilim ve Teknik Dergisi
Atatürk Bulvarı
No: 221 Kavaklıdere 06100
Çankaya - Ankara

Tel
(312) 427 06 25
(312) 427 23 92

Faks
(312) 427 66 77

Abone İlişkileri
(312) 468 53 00
Faks: (312) 427 13 36
abone@tubitak.gov.tr

İnternet
www.biltek.tubitak.gov.tr

e-posta
bteknik@tubitak.gov.tr

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 4 TL
Yurtdışı Fiyatı 5 Euro.

Dağıtım: TDP A.Ş.
http://www.tdp.com.tr

Baskı: İhlas Gazetecilik A.Ş.
ihlasgazetecilikkurumsal.com
Tel: (212) 454 30 00

Baskı Tarihi: 29.03.2011

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

İçindekiler











Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu olan Kişilerde Yüksek Yaratıcılık

Özlem İkinci



Personality and Individual Differences dergisinde yayımlanan yeni bir çalışma, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) olan genç yetişkinlerin bu probleme sahip olmayanlara göre daha yaratıcı olduğunu gösterdi.

DEHB olan kişilerin farklı düşünme tarzlarını tercih ettiklerini tespit eden Eckerd Üniversitesi ve Michigan Üniversitesi'nden araştırmacılar, bu kişilerin fikir üretmekten hoşlandığını fakat sorumlulukları tamamlama konusunda başarılı olmadıklarını belirtiyor.

Eckerd Üniversitesi'nden Yrd. Doç. Dr. Holly White ve Michigan Üniversitesi'nden Doç. Dr. Priti Shah çalışmalarını 2006 yılından beri tekrar ettiklerini ve tüm sonuçlarda DEHB olan kişilerin standart yaratıcılık testlerinde daha iyi sonuç elde ettiğini söylüyor. Doç. Dr. Shah DEHB olan kişilerin "farklı düşünme" laboratuvar ölçümlerinin daha iyi olduğunu bildiklerini, fakat bu durumlarını gerçek hayatta başarıya çevirip çevirmediklerini bilmediklerini ve bu çalışmayla da bunu yapabildiklerini belirtiyor.

Farklı düşünme bir probleme birkaç olası çözüm üretmeyi içeriyor. Nörofizyolojik bir hastalık olan DEHB dikkatsizlik, dürtüsellik ve hiperaktivite özellikleri gösteriyor. Pek çok kişide çocukluk çağında ortaya çıkan bu bozukluk yetişkin dönemde de devam ediyor, kişinin sosyal ve akademik yeteneklerinde bozukluğa neden oluyor.

Yapılan çalışmada yarısı DEHB olan 60 üniversite öğrencisi mizah, müzik, görsel sanatlar, mutfak sanatları, buluş ve yazma gibi on ayrı alandaki yaratıcılıklarının başarı düzeylerini ölçen bir anketi tamamlamışlar ve DEHB olanlar bu bozukluğa sahip olmayanlara göre daha yüksek puan almış. Başka bir anketle de ankete katılanların problem tanımlama ve yapılandırma, fikir üretme, problemi detaylandırma ve belirginleştirme, problemin çözümüne seçkin bir fikir ekleme gibi yaratıcılık tarzlarından hangisini tercih ettiği değerlendirilmiş. DEHB olmayan katılımcılar açıklama ve fikir geliştirme tarzını tercih ederken, DEHB olan katılımcılar fikir üretmeyi tercih etmiş. Araştırmacılar yaratıcılık tarzını bilmenin, DEHB olan kişilerin güçlü ve zayıf yönlerine uygun kariyer tanımlamasına yardımcı olabileceğini söylüyor.

Ek Şeker Alımı Kilo Artışıyla İlgili mi?

İlay Çelik

Amerikan Kalp Derneği'nin bilimsel bir toplantısında sunulan bir rapor, yetişkinlerde ek şekerlerin tüketimiyle kilo alma arasında bir bağlantı olduğu yönünde bulgular ortaya koydu. Ek şekerler yiyeceklere işleme ve hazırlama sırasında ve sofrada katılan şekerleri ve şurupları ifade ediyor.

Araştırmacılar daha önce yapılan Minnesota Kalp Taraması sırasında toplanan verileri kullanarak 27 yaş üstü bireylerde ek şeker alımını inceledi. Araştırmada besin alımı bireylere 24 saatte bir anket uygulanarak belirlenmişti. Bireylerin beslenmelerini, kilolarını ve boylarını araştıran altı tarama içeriyordu. Taramalar 1980-1982, 1985-1987, 1990-1992, 1995-1997, 2000-2002 ve 2007-2009 dönemlerinde gerçekleştirildi. Raporun başyazarı, Minneapolis'teki Minnesota Üniversitesi Halk Sağlığı Okulu'ndan doktora öğrencisi Huifen Wang şeker alımı ile vücut kütle endeksi (vücut ağırlığını boyla ilişkili olarak ölçen endeks) arasında nasıl bir bağlantı olduğuna ilişkin sınırlı veri olduğunu söylüyor. Wang araştırmadaki altı tarama yoluyla vücut kütle endeksi (VKE) ile ek şeker içeren yiyecek ve içeceklerin tüketimi arasındaki olası ilişkileri incelediklerini anlatıyor. Bu eğilimleri cinsiyet ve yaş grupları açısından incelemişler.

Araştırmada şu bulgulara ulaşılmış:

. Hem kadınlarda hem de erkeklerde artan VKE düzeyiyle birlikte ek şeker alımı da artıyor.

. 27 yaş üstüne çıkıldığında kadınlarda ve erkeklerde, tüm yaş gruplarında ek şeker tüketimi artış gösterdi. Ancak ek şeker alımı 2000-2002 ve 2007-2009 dönemleri arasında her iki cinsiyet için sabit kaldı. Kadınlarda ortalama VKE, ek şeker alımlarına paralel olarak sabit kaldı ancak erkeklerde VKE artmaya devam etti. Öte yandan ek şekerlerden elde edilen kalori miktarı 2007-2009 taramasında 2000-2002 taramasına göre yüzde 10,5 azalma gösterdi.





. 2007-2009 taramasında erkeklerin günlük kalori ihtiyaçlarının yüzde 15,3'ünü ek şekerlerden sağladığı görüldü; bu 1980-1982 dönemiyle karşılaştırıldığında yüzde 37,8'lik büyük bir artış anlamına geliyor.

. Kadınlarda ek şeker alımı 1980-1982 arasında toplam kalorinin yüzde 9,9'u kadarken, 2007-2009 döneminde yüzde 13,4' e yükseldi.

. Tüm tarama dönemlerinde kadınların erkeklere göre daha az ek şeker tükettiği, öte yandan genç yetişkinlerin daha yaşlılara göre daha fazla ek şeker tükettiği görüldü.

Wang 20 yıl içinde ek şeker tüketiminin genel olarak arttığını, VKE'deki artış eğiliminin açıklanması için başka yaşam tarzı etmenlerinin de göz önüne alınması gerekiyorsa da, bir halk sağlığı önlemi olarak ek şeker tüketiminin kısıtlanmasının tavsiye edilmesi gerektiğini belirtiyor.

Amerikan Kalp Derneği ek şekerlerden alınan kalorinin günlük, keyfi olarak alınan kalorilerin yarısını geçmemesini tavsiye ediyor. Örneğin ABD'de çoğu kadının günde 100 kaloriden fazla, çoğu erkeğin de 150 kaloriden fazla ek şeker tüketmemesi gerekiyor. Keyfi olarak alınan kalori ifadesiyle, besin ihtiyaçlarının karşılanması için önerilen meyveler, sebzeler, düşük yağlı süt ürünleri, yüksek lifli tahıllar, yağsız et, beyaz et ve balık gibi besinler gerektiği kadar tüketildikten sonra, günlük kalori sınırının izin verdiği ölçüde kişinin kendi seçimine göre aldığı kalori kast ediliyor. Ek şekerler, alkollü içecekler, doymuş ve trans yağlar da dahil katı yağlar, genellikle keyfi kalori kaynağı olarak kabul edilen yiyecekler.

Wang ek şeker tüketiminin kilo alımıyla ya da başka kalp-damar hastalıklarıyla ilişkili olup olmadığının ya da bunları artırıp artırmadığının anlaşılması için güçlü bilimsel kanıtlar gerektiğinin altını çiziyor.

Ebeveyn Kaybı Ölüm Sebebi Olabilir

İlay Çelik

Yapılan bir araştırmaya göre ebeveynlerin ölümü, çocuklarının ölme riskinde artışa neden oluyor. İsveç'teki Sağlık Eşitliği Araştırmaları Merkezi'nden araştırmacı Mikael Rostila ile Finlandiya'daki *Åbo Akademi Üniversitesi'nden* araştırmacı Jan Saarela'nın yürüttüğü araştırma, ebeveyn kaybından özellikle etkilenenlerin küçük çocuklar, öncelikle de annelerini kaybedenler olduğunu *gösteriyor.*

Araştırmada 10-18 yaş arasındaki çocuklarda, ebeveynini kaybedenlerin ebeveynleri hayatta olanlara göre ölüm riskinin iki katına çıktığı görüldü. Annenin kaybı 40-50'li yaşlara kadar etkili olabiliyor, ancak bu durumda etki daha uzun vadede görülüyor. Bu durum ebeveynlerimizin bizim için çok önemli olduğunu gösteriyor.

Mikael Rostila çocukların öncelikle annenin kaybından etkileniyor olmasının değişik şekillerde açıklanabileceğini söylüyor. Bu durum çocukla anne arasında daha güçlü bir duygusal temas olmasından ve dolayısıyla çocuğun kayıptan daha fazla etkilenmesinden kaynaklanıyor olabilir. Başka araştırmalarda, annelerin ellerindeki maddesel ve parasal kaynakları çocuklarına, babalara göre daha fazla aktardığı, bunun da çocukların sağlığında olumlu bir etki yaratıyor olabileceği gösterilmiş.

Araştırmada şaşırtıcı bir biçimde, ebeveynini kaybeden daha yaşlı bireylerin ölüm riskinin ebeveyni yaşayan aynı yaşlardaki bireylere göre daha az olduğu görüldü.

Rostila bu durumun ebeveynlerin yaşamlarının son döneminin çocuklara bakım yükü getirmesi, onlarda kaygı oluşturması, pek çok yaşlı ebeveynin de uzun bir dönem hasta olarak yaşamasıyla ilgili olabileceğini düşünüyor. Ebeveynin ölümünün, ebeveyn acı çekmekten kurtulmuş olduğundan, çocuklar için paradoksal bir biçimde rahatlama anlamına gelebileceğini söylüyor.

Araştırma ebeveynin kaza ya da intihar nedeniyle ölümünün çocuklar üzerinde en büyük etkiyi yarattığını da gösteriyor.

Rostila ebeveynin beklenmedik bir biçimde ölümünü kabul etmenin daha zor olduğunu, bireyin buna hazırlanmak için vakti olmadığı için bu sonucun beklenen bir durum olduğunu düşünüyor. Bu durumda bir krize ya da depresyona girme riski artıyor.

Rostila araştırmanın bulgularını sağlık koruma açısından önemli buluyor, çünkü bir bireyin hastalığının ya da ölümünün yakınlarını nasıl etkilediğine ilişkin çok az bilgi bulunuyor. Rostila bir bireye yaşamının son safhalarında bakılırken, doktorların ve diğer sağlık personelinin hastanın yakınlarının algılarını ve tepkilerini daha fazla dikkate alması gerektiğini belirtiyor. Ayrıca sağlık koruma açısından, sevdiği birini kaybetmekten dolayı acı çekmekte olan bireylerin takip edilmesinin önemli olabileceğini, bunun ölen kişilerin yakınları arasında acı çekme, hastalanma ve ölüm oranını düşürebileceğini söylüyor.





Karbondioksiti Azaltmak Kuraklığı Önlemeye Yardım Ediyor

Özlem İkinci

Son iklim modellemesi, atmosferdeki karbondioksit yoğunluğunun azaltılmasıyla kısa dönemde Dünya'nın daha nemli bir iklime sahip olacağını gösterdi. Carnegie Enstitüsü Küresel Ekoloji Bölümü'nden bilim insanları Long Cao ve Ken Caldeira'nın *Geophysical Research Letters* dergisinde yayımlanan çalışmalarına göre, küresel ısınmanın neden olduğu kuraklık karbon dioksit yoğunluğunun azaltılmasıyla önlenebilecek. Araştırmada atmosferdeki sera gazı karbon dioksitin ısıyı atmosferin ortasında hapsetmesi ve ısınan havanın atmosferde yükselmesinin, yağmur ve fırtına oluşturacak hava hareketlerini önleme eğiliminde olduğu belirtiliyor. Sonuç olarak atmosferdeki karbon dioksit yoğunluğunun artması yağışı baskılıyor. Benzer bir şekilde atmosferdeki karbon dioksit yoğunluğunun azalması da yağışı artırıyor. Bilim insanları küresel ısınmayla kuru bölgelerin daha kuru, nemli bölgelerin de daha nemli hale geldiğini ve yağışı baskılayan karbon dioksit yoğunluğunun azaltılmasıyla küresel yağışın artacağını söylüyor.

Araştırma ekibinin çalışması, karbon dioksitin atmosferin yapısını hızlı bir şekilde etkileyerek yağışlarda hızlı değişikliklere sebep olduğunu göstermiş. Bu sonuçların, karbon dioksitin sebep olduğu iklim değişikliğinin etkilerinin yanı sıra atmosferik karbon dioksitin yoğunluğunu azaltmanın potansiyel etkilerini anlamak açısında da önemli etkileri var. Cao, karbon dioksitin yağış üzerine doğrudan etkisinin hızlı bir şekilde olacağını belirtiyor ve eğer karbon dioksit yoğunluğu hemen azaltılırsa yıl içinde yağışların görülebileceğini, aksi takdirde bunun yıllar alabileceğini söylüyor.

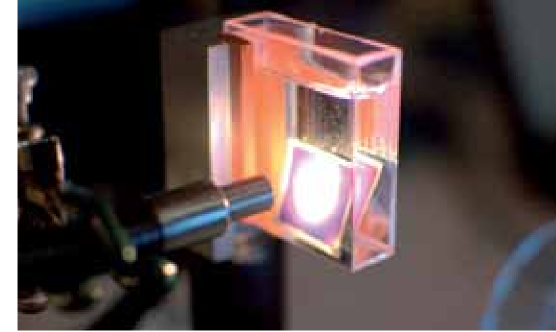
Yapay Yaprakla Elektrik Üretimi

Özlem İkinci

Sürdürülebilir enerji için önemli kilometre taşlarından biri olarak değerlendirilen ilk yapay yaprak geliştirildi. Amerikan Kimya Topluluğu'nun 241. ulusal toplantısında konuşan bilim insanları yeşil bitkilerin güneş ışığını ve suyu enerjiye çevirmek için kullandığı fotosentezi taklit eden, oyun kartı büyüklüğünde, bir güneş pili geliştirdiklerini anlattı.

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden araştırma ekibinin lideri kimyager Dr. Daniel Nocera yapay yaprağın, gelişmekte olan ülkelerdeki yoksul evler için ucuz elektrik kaynağı olacağını söylüyor.

Nocera geliştirilen cihazın aslında yeşil bitkilere benzemediğini, yeşil bitkileri güneş pilinin bu yeni biçimini geliştirmek için sadece model olarak kullandıklarını belirtiyor. Oyun kartı şeklinde ama daha ince olan cihazın, kimyasal tepkimeleri hızlandıracak bileşenler kullanılarak tasarlandığını, aksi takdirde hiç bir tepkimenin olmayacağını ya da yavaş olacağını ifade ediyor. Cihaz parlak güneş ışığı altında bir galon suya yerleştirildiğinde, gelişmekte olan ülkedeki bir evin günlük elektriğini karşılayacak kadar elektrik üretilebildiğini de sözlerine ekliyor. Su iki bileşenine ayrıldığında, hidrojen ve oksijen gazı evin en üstüne ya da yanına yerleştirilen bir yakıt pilinde depolanıyor ve elektrik üretmek için kullanılıyor.



Nocera aslında yapay yaprağın yeni bir kavram olmadığını, ilk yapay yaprağın on yıldan daha fazla zaman önce Amerika Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı'ndan John Turner tarafından geliştirildiğini, ancak bunun yüksek verimle fotosentez gerçekleştirmesine rağmen nadir, pahalı metallerden oluştuğunu ve ancak bir günlük ömrü olması nedeniyle de yaygın kullanım için uygun olmadığını belirtiyor. Ucuz ve kolaylıkla ulaşılabilir malzemelerden yapılmış ve kararlı olmasıyla sayesinde, yeni geliştirilen yaprak ile bu problemlerinden üstesinden gelinmiş. Laboratuvar çalışmalarında ilk örnek (prototip), verimliliğinde bir azalma olmadan en az 45 saat boyunca kesintisiz faaliyet göstermiş.



Nocera yeni yaprağın doğal yapraktan on kat daha verimli bir şekilde fotosentez gerçekleştirdiğini söylerken, kendisinin gelecekte bu verimin daha da artırılabileceği konusunda iyimser olduğunu belirtiyor.

World Solar Challenge 2011'de Bir Türk Takımı **İTÜ Güneş Arabası**

Bülent Gözcelioğlu

Dünyanın en prestijli ve zorlu güneş arabası yarışına bu yıl bir Türk takımı da katılıyor.

İstanbul Teknik Üniversitesi'nin güneş arabası "ARIBA", yarışlarda Harvard, MIT, Yale, Tokyo gibi bu alanda en iyi üniversitelerle birlikte yarışacak.

Ülkemizde yapılan Formula G yarışlarında elde ettiği başarılarla dikkat çeken ve AR-GE çalışmaları akademik bildiri olarak kabul edilen İTÜ Güneş Arabası Ekibi, yeni bir hedef için beşinci güneş arabasını tasarlamaya başladı. Türkiye'de elektrikli otomobil tasarımı ve üretimi yapılabilmesi için disiplinlerarası ortamda yetkin mühendisler yetiştiren İTÜ Güneş Arabası Ekibi (İTÜ-GAE), güneş enerjisi alanında dünyanın en önemli yarışması olan World Solar Challenge'a katılacak. Geçtiğimiz yıl Avustralya'dan "En İyi Yeni Katılımcı" ödülüyle dönen ekip, bu yıl derece hedefliyor. İTÜ Makine Mühendisliği Otomotiv Bölümü yüksek lisans öğrencisi ve takım kaptanı Onur Serin "Güneş arabalarının tasarımı ve üretimi tamamen bize ait. Bu projede farklı bölümlerden birçok öğrenci yer alıyor. Bir yandan elektrikli otomobilin nasıl yapılacağını öğretiyor, bir yandan güneş enerjisinin ve yenilenebilir enerjilerin günlük yaşamda kullanımı ile ilgili modeller geliştiriyoruz." diyor.

Bununla birlikte İTÜ ekibi güneş panelleri üretimi için destek bekliyor. İTÜ Güneş Arabası'na destek olmak isteyenler **www.itugae.com/bagis** linkinden kendi isimlerini verebilecekleri güneş panelleri satın alabilecek.



TÜBİTAK Alternatif Enerjili Araç Yarışları 2011

Bülent Gözcelioğlu-Sadi Atılgan

30 Ağustos 2005'te ülkemiz gençlerini, üniversite ve lise öğrencilerini, teknolojik bir atılımın öncüleri olmaları için seferber etmiştik. Herkes, güneş enerjisi ile çalışan, özgün tasarımlı araçlarını yaptı ve "Formula G" olarak düzenlenen yarışmaya katıldı. Yarışma 2006'da İzmir'de ve İstanbul'da tekrar yapıldı. 2007'de hidrojen enerjili araçların da katılımıyla alternatif enerjili araç yarışlarına dönüştü. Bu yarışmalarla alternatif enerjilerin kullanımını gündeme getirmeyi, bu konuda halkımızın bilgisini artırmayı, bu güncel konu vasıtasıyla üniversite öğrencilerinin araştırma ve pratik becerilerini geliştirmeyi amaçladık. 2005-2010 yılları arasında da yarışmaları her yıl düzenledik. 2005-2010 yılları arasında güneş enerjili araçların yarıştığı Formula G'ye 191 takım başvurdu ve bunlardan 128 tanesi destek alarak yarışmaya katıldı. 2007-2010 yılları arasında da hidrojen enerjili araçların yarıştığı Hidromobil'e 74 takım başvurdu ve bunlardan 55 tanesi destek alarak yarışmalara katıldı. Bununla yetinmeyen takımlarımızdan bazıları uluslararası yarışmalara da katılarak ülkemizi temsil etti.



Her sene artan bir ilgi gören TÜBİTAK Formula G ve Hidromobil Yarışları bu yıl da 11-17 Temmuz haftasında İzmir Pınarbaşı Ülkü Yarış Pisti'nde yapılacak. Yarışlar için son başvuru tarihi 18 Nisan 2011. Bu tarihten sonra yapılacak başvurular kabul edilmeyecek. Katılmayı düşünen takımların **http://www.biltek.tubitak.gov.tr/yarislar/** bağlantısından indirip elektronik ortamda dolduracakları Yarış Katılım Formu'nu ve Destekler için Taahhütname'yi **formula@tubitak.gov.tr** adresine 18 Nisan 2011 tarihinde mesai bitimine kadar göndermeleri gerekiyor.

Bilgi için:
TÜBİTAK Bilim ve Toplum Programları Müdürlüğü
Atatürk Bulvarı No:221 06100 Kavaklıdere-Ankara
0 312 468 53 00 /1253-1522-4994-4202-3939



Kepler Skorları Altüst Ediyor

Alp Akoğlu

Ötegezegen (Güneş Sistemi dışı gezegen) avcısı Kepler Teleskobu'ndan elde edilen veriler ışığında, gezegen adaylarının sayısı 1235'e çıktı. Bunların çeşitli yöntemlerle gözlenerek ötegezegen olduklarının kesinleşmesi içinse daha zamana ihtiyaç var.

Günümüze kadar onaylanan ötegezegen sayısı toplamda 531. Bu gezegenlerin çoğu Kepler'den önce keşfedildi ve büyük çoğunluğu Jüpiter benzeri, büyük kütleli gezegenler. Kepler'le yapılan yeni gözlemlerde giderek daha küçük kütleli gezegenler bulunuyor. Bu gezegenlerin çoğunun kütlesi Neptün kütlesi civarında. Kepler'in keşifleri arasında süper-dünya olarak adlandırılan ve kütlesi beş Dünya kütlesi kadar olan gezegenler de var.

Keplerin keşifleri, gökbilimcilerin ötegezegenler konusunda giderek daha net bir tablo çizmesine olanak tanıyor. Kepler'den önce keşfedilen ötegezegenlerin çoğunluğu Jüpiter benzeri olduğu için Samanyolu'nun bu tür dev gezegenlerle dolu olabileceği varsayılıyordu. Şimdiyse daha küçük kütleli gezegenlerin bu gezegenlerden daha yaygın olabileceği düşünülüyor. Daha küçüğü görme yeteneğimiz arttıkça tablo daha da netleşecek.

Ötegezegen araştırmacıları Kepler'le yapılan gözlemlerin başarısının ışığında Dünya benzeri gezegenlerin ne kadar yaygın olduğunu anlamak için can atıyor ve Dünya benzeri küçük gezegenlerin keşfi için yalnızca birkaç yıllık gözlem süresine gereksinim olduğunu belirtiyorlar.

Sağlık Riskleri Doğru Anlaşılıyor mu?

İlay Çelik

Risk istatistiklerinin uygun biçimde sunulması, insanların bilgiye dayalı karar verebilmesi açısından çok önemli. Yeni bir Cochrane Sistematik Değerlendirmesi'ne göre, aynı risk ve aynı riskteki bir azalma farklı istatistiksel biçimlerde sunulduğunda, sağlık profesyonellerinin ve müşterilerin algıları değişebiliyor.

Risk istatistikleri, sağlık müdahalelerinin faydalarını farklı şekillerde anlatarak, ikna edici biçimde kullanılabilir. Riski farklı şekillerde ifade etmek kafa karıştırıcı olabiliyor, nitekim sağlık istatistikleri sunulurken kullanılan iletişim biçimlerinin nasıl geliştirilebileceğine ilişkin hararetli tartışmalar süregeliyor.

Örneğin bir yerde bir ilacın kalça kırığı riskini üç yıllık bir dönem içinde % 50 azalttığını okumuş olabilirsiniz. İlk bakışta bu çok büyük bir gelişme olarak görünebilir. Oysa aslında bu aynı zamanda şu anlama da geliyor olabilir: Belirli bir süre boyunca ilacı kullanmayan insanların % 1'i, ilacı kullananların ise sadece % 0,5'i kalça kırığı yaşıyor. Bu şekilde anlatıldığında ilacın faydası çok daha az görünüyor. İlacın etkisi "tek bir kalça kırığı vakasını engellemek için 200 insanın üç yıl boyunca ilaç kullanması gerektiği" şeklinde de ifade edilebilirdi. Bu şekilde anlatıldığında ise ilaç pahalı bir seçenek olarak görünebilir.

İstatistikçilerin her bir sunum tipini tarif eden terimleri var. % 50'lik azalmayı anlatan ifade Görece Risk Azalması (GRA) olarak adlandırılıyor. % 0,5 oranda daha az insanın kalçasının kırılacağı ise bir Mutlak Risk Azalması (MRA) ifadesi. Bir vakanın önlenmesi için 200 insanın tedavi edilmesi gerekmesi ise bir Tedavi İçin Gereken Sayı (TGS) ifadesi olarak kabul ediliyor. Bu etkiler "200 kişide 1 kişinin kalça kırığından korunması" biçiminde, sıklık olarak da gösterilebiliyor.



Yeni çalışmada Cochrane araştırmacıları, risk istatistiklerinin sağlık profesyonelleri ve müşterilerce anlaşılma durumunu değerlendiren 35 çalışmadan gelen verileri gözden geçirdi. Çalışmada katılımcıların sıklık ifadelerini olasılıktan daha iyi anladıkları görüldü. "İlaç riski % 50 azaltıyor" benzeri Görece Risk Azalması ifadeleri daha az anlaşıldı. Katılımcılar bu şekildeki görece risk azalması ifadelerinin anlattığı risk azalmasını, Mutlak Risk Azalması ya da Tedavi İçin Gereken Sayı ifadelerine göre olamayacak kadar yüksek olarak algıladı.

ABD'deki Buffalo Üniversitesi Tıp Bölümü'nden, makalenin başyazarı Elie Akl insanların risk azalmalarını gerçekte olduğundan daha fazla algıladığını, müdahalenin etkisi görece olarak ifade edildiğinde müdahaleyi kabul etmeye daha kolay ikna olduklarını söylüyor. Akl'ın ifadesine göre şu anda bilinmeyen şey, doktorların ve politika yapıcıların da sağlıkla ilgili elde edilen faydaların sunum şekline bağlı olarak farklı kararlar verip vermediği.

Araştırmacılar farklı risk formatlarının davranışları nasıl etkilediğinin araştırılması için daha fazla çalışma yapılması gerektiğini, ancak riskle ilgili görece ifadelerin tek başına kullanılmaması gerektiğini savunmaya yetecek kadar makul sebepler olduğunu belirtiyor. Kanada'daki Ontario'daki McMaster Üniversitesi Klinik Epidemiyoloji ve Biyoistatistik Bölümü'nün baş araştırmacısı Holger Schünemann da görece risk istatistiklerinin, faydalar ve zararlar arasında mutlak değerlerin verdiği kadar doğru bir karşılaştırma yapmaya imkân vermediğini söylüyor. Schünemann eğer görece risk belirtilecekse mutlak riskin de mutlaka verilmesi gerektiğini, çünkü görece riskin kararlar konusunda yanlış bilgilendirmeye yol açabileceğini ekliyor.

Gençler, Ebeveynler ve Öğretmenler Sosyal Ağların Risklerinden Habersiz

Özlem İkinci

Sosyal ağ sitelerinin kullanımının yasal riskleriyle ilgili hazırlanan rapor Victoria'daki (Avustralya) 7. sınıf - 10. sınıf öğrencilerinin % 95'inin sosyal ağ sitelerini (Facebook, Myspace) kullandığını ve bunların neredeyse % 30'unun sosyal ağların risklerinin farkında olmadığını ortaya koydu.

Projede Victoria'daki ortaöğretim öğrencileri, öğretmenleri ve ebeveynleri tarafından kullanılan sosyal ağların yasal riskleri araştırılmış. Yapılan anket ve görüşmelerle yaşları 7. sınıf - 10. sınıfa devam eden 1000'den fazla ortaöğretim öğrencisinden, 200 öğretmenden ve 49 ebeveynden veriler toplanmış. Rapora göre Facebook öğrencilerin kullandığı sosyal ağ siteleri arasında % 93,4 oranla en popüler olanı.

Görüşülen öğrencilerin pek çoğunun sosyal sitelerindeki bilgilerini en az her gün, dörtte birinin ise günde birkaç kez güncellediği, ebeveynlerin ise % 80,4'ünün çocuklarının sosyal ağ sitesindeki profillerini en az bir kere incelediği ortaya çıkmış. Öğrencilerin % 48,8'i bazı riskler olabileceğini, % 28,3'ü sosyal ağ sitelerinin güvenli olduğunu düşünüyor. Yüzde 19,6'sı ise sosyal ağın herkesin kullandığı bir şey olduğunu, riskin derecesinin kendileriyle ilgili olmadığını ve bu konuda kararsız olduklarını belirtmiş.



Buna rağmen, ankete katılan öğrencilerin çoğu (% 72,4) sosyal ağ profilleri aracılığıyla yabancıların kendileriyle istenmeyen ve rahatsız edici türden iletişim kurduğunu belirtmiş. Öğrencilerin % 13,8'i kimlik hırsızlığı gibi güvenlik riskleri konusunda, küçük bir grubun da kendileriyle ilgili bilgilerin gizliliği ve kullanılmasıyla ilgili endişeleri olduğu tespit edilmiş.

Eğitim Fakültesi öğretim üyesi ve raporun yazarlarından biri olan Dr. Michael Henderson'a göre, kötü niyetli davranış biçimlerinin yarattığı riskler hem medya hem de politik çevreler tarafından vurgulansa da, çocukların ve gençlerin sosyal ağ sitelerini kullanırken maruz kalabilecekleri potansiyel yasal risklere gene de daha az ilgi gösterildiğini ifade ediyor. Gizlilik, güven ihlali, , iftira, fikri mülkiyet hakları ve telif hakkı ihlali gibi risklerin olduğunu belirten Dr. Henderson, hazırladıkları raporun, yasal riskler hakkında sosyal medyanın da parçası olduğu bir müfredat programının okullarda uygulanmasını önerdiğini söylüyor.

Matematiğin "Nobel"i Abel Ödülü Sahibini Buldu

İlay Çelik

Matematik alanında en prestijli ödüllerden biri olarak kabul edilen, hatta zaman zaman matematiğin "Nobel"i olarak anılan Abel Ödülü bu yıl New York'taki Stony Brook Üniversitesi, Matematik Bilimleri Enstitüsü'nden John Milnor'a verilecek. Milnor ödülünü 24 Mayıs'ta Oslo'da yapılacak törenle Norveç Kralı V. Harald'dan alacak.

John Milnor'un bilgece fikirleri ve temel keşifleri 20. yüzyılın ikinci yarısında matematik dünyasına büyük ölçüde şekil verdi. Çığır açıcı pek çok bilimsel araştırma gibi Milnor'un çalışmaları da bilgece bir kavrayışı ve berrak bir hayal gücünü yansıtıyor; çarpıcı sürprizler ve eşsiz bir güzellik taşıyor.Milnor 2011 Abel Ödülü'nü "topoloji, geometri ve cebirdeki öncü keşifleri"nden dolayı alacak.

John Milnor, altmış yıllık bir zaman zarfında modern matematikte derin izler oluşturdu. Çok sayıda matematiksel kavram, sonuç ve sanı onun adıyla anılıyor. Literatürde Milnor egzotik kürelerine, Milnor liflemesine, Milnor sayısına ve daha pek çoklarına rastlamak mümkün. Ancak Milnor'un başarısı yalnızca elde ettiği çarpıcı sonuçlarla sınırlı değil. Milnor ayrıca matematik yazını için çok iyi birer örnek olarak kabul edilen son derece etkileyici kitaplar da yazdı.

Milnor kariyerinin erken dönemlerinden beri çok sayıda ödüle ve şeref madalyasına layık görüldü. 1962 yılında daha 31 yaşındayken, diferansiyel topoloji konusundaki çalışmalarından dolayı aldığı Fields Madalyası, Amerikan Matematik Derneği'nden Yaşamboyu Başarı (2011), Matematiksel İzahat (2004) ve Bilimsel Araştırmaya Ufuk Açıcı Katkı (1982) dallarında aldığı Leroy P. Steele ödülleri ve 1989'da aldığı Wolf Matematik ödülü bunlardan bazıları.

Norveçli matematikçi Niels Henrik Abel (1802–1829) anısına ilk defa 2003 yılında verilen Abel Ödülü, matematik alanında üstün bilimsel çalışmaları ödüllendirmeyi amaçlıyor. Bu yıl 6.000.000 Norveç kuronu (yaklaşık 750.000 avro) değerinde para ödülünü de içeren Abel Ödülü, uluslararası düzeyde kabul görmüş beş matematikçiden oluşan bir seçim kurulunun önerisiyle Norveç Fen ve Edebiyat Akademisi tarafından veriliyor.

Martı
Hidrojen Teknesi Projesi

Ece Ülgen

Dünya nüfusunun artmasıyla enerji tüketimi, buna bağlı olarak da enerji ihtiyacı artıyor. Kimi ülkeler enerji ihtiyaçlarını fosil yakıtlardan sağlarken, gelişmiş ülkeler fosil yakıtların kullanımını sınırlandırarak bu tür yakıtların çevreye ve insan sağlığına verdiği zararları önlemeye çalışıyor. Doğada birçok alternatif enerji kaynağı bulunmaktadır: Örneğin Güneş enerjisi, rüzgâr, su, jeotermal enerji, biyokütle. Hidrojen enerji sistemi, kullanılan diğer enerji sistemleri arasında en yüksek enerji içeriğine sahip olandır. Sistemde kullanılan hidrojen, doğada bulunma yüzdesi en fazla element olmasına rağmen saf halde değildir. Tüm enerji kaynaklarından faydalanılarak üretilen hidrojen bir enerji kaynağı değil önemli bir enerji taşıyıcısıdır ve tamamen çevre dostudur.

Hidrojen Enerji Sistemi

Hidrojen enerji sistemi, yakıt hücresinde hidrojen kullanılarak elektrik enerjisi üretiminin sağlandığı sistemdir. Yakıt hücreleri anot ve katot arasındaki elektrolit malzemeye göre farklılık gösterir. Son zamanlarda en çok kullanılan yakıt hücresi çeşidi PEM (*Proton Exchange Membrane* - proton değişimli zar) yakıt hücresidir. PEM yakıt hücresinde gerçekleşen tepkime, hidrojen oksijenle birleştiğinde ürün olarak elektrik enerjisinin, suyun ve bir miktar ısının açığa çıktığı elektrolizin tam tersi bir elektrokimyasal tepkimedir. Yakıt hücresinden enerji elde edilmesi, hidrojeni yakarak enerji elde edilmesine göre daha verimli bir yöntemdir.

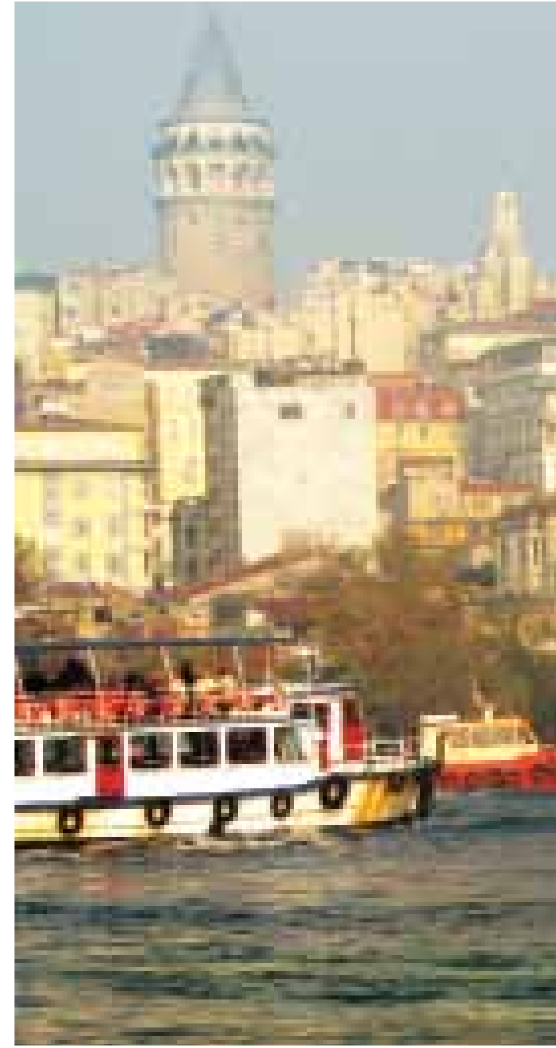
Yaşadığımız dünyanın geleceğinin ve çevre sorunlarının bilincinde olan İTÜ'lü mühendisler ve mühendis adayları hidrojenin bu özelliğinden yola çıkarak 2007 yılında İTÜ İstiklal Projelendirme ve Uygulama Topluluğu'nu oluşturup Martı - Hidrojen Teknesi Projesi'ni başlattı. Topluluk, Türkiye'de alternatif enerji sistemlerinin kullanımını yaygınlaştırmayı ve hidrojen enerji sisteminin uygulanabilirliğini göstermeyi amaçlayarak projeyi geliştirdi.

Türkiye'nin İlk Hidrojen Teknesi: Martı - Hidrojen Teknesi

Projenin gelişim süreci hayli uzun. Proje, Türkiye'nin ilk hidrojen teknesi uygulaması olduğu için kuramsal çalışmalar çok zaman aldı. Hidrojenin özellikleri, depolanması, hidrojenden enerji üretiminin sağlanması ve güvenliği gibi birçok konu proje ekibinin ilk olarak üzerinde çalıştığı konular oldu. Proje sonucunda, üretilmekte olan Martı - Hidrojen Teknesi'nde kullanılacak hidrojen enerji sisteminin uygulaması, teknenin tüm elektrik sistemi ve tekne tasarımı titizlikle çalışılarak proje ekibi tarafından ortaya çıkarıldı. Bu uzun ve özverili çalışmanın başlarında İstiklal Projesi adı altında tek tekne üretilmesi ve bu teknenin adının da İstiklal koyulması planlanırken, gelişen süreçte hedefler büyütülerek projenin kapsamı genişletildi ve proje ekibi "İstiklal Projelendirme ve Uygulama Topluluğu" adını aldı. İlk tekneye de uzunca süren araştırmalar sonucunda, *"Cumhuriyet Donanması 1923- 2005"* adlı kitaptan da faydalanılarak ikisi hizmet dışı biri ise halen hizmet vermekte olan Doğan Sınıfı hücumbotlardan esinlenilerek "Martı" adı verildi.

Teknede 8,5 kW (kiloWatt) net güç kapasiteli PEM tipi yakıt hücresi güç modülü kullanılmaktadır. Yakıt hücresinde kullanılacak hidrojen, 200 bar basınçta sıkıştırılmış gaz olarak iki adet hidrojen tankından sağlanmaktadır. Tanklardaki hidrojen, yakıt hücresine gönderilerek sistem çalıştırılmakta ve havadan alınan oksijenle modül içerisinde gerçekleşen tepkimeler sonucu elektrik üretilmektedir. Bu işlem esnasında açığa çıkan ısı, deniz suyu ile soğutma yapılarak (ısı değiştirici ile) ortamdan uzaklaştırılmaktadır.

Yakıt hücresinin ürettiği elektrik gerilimi değişken değerli olduğundan, sistemde DC-DC çevirici kullanılarak sabit gerilim elde edilmektedir. Bu sayede elde edilen akım, istenen akım ve gerilim değerlerinde aküye gönderilmektedir. Sistemde iki adet elektrik motoru kullanılmaktadır, her motor için bir tane motor sürücü bulunmaktadır. Burada amaç motorların birbirinden bağımsız olarak kontrol edilebilmesini sağlamaktır. Böylelikle hem teknenin manevra kabiliyeti arttırılır hem de motorlardan ya da motor sürücülerinden birinin arızalanması durumunda tekne-



nin seyrini diğer motorla tamamlayabilmesine olanak tanınır. Martı - Hidrojen Teknesi'nin elektrik sistemindeki aküler hayati önem taşımaktadır. Yakıt hücresinde bir arıza olması durumunda, akülerde depolanan enerji sayesinde tekne seyrini tamamlayabilmektedir. Ayrıca, teknedeki motorlar haricindeki bütün elektrik sistemleri de akülerden enerji alarak, motorların ani manevralarda veya kalkış sırasında yüksek akım çekmesi sonucunda oluşacak gerilim düşümlerinin diğer sistemlere etki etmesinin önüne geçilmektedir. Bu sayede diğer sistemler sürekli olarak istikrarlı bir gerilim değerinde çalışabilmektedir. Martı - Hidrojen Teknesi'nin diğer sistemleri ise genel olarak, kumanda sistemleri, algılayıcılar, aydınlatma sistemi, dahili görüntü sistemleri ve yardımcı sistemlerden oluşmaktadır. Kumanda sistemleri teknenin seyrinin ve enerji yönetiminin düzenlendiği sistemlerdir. Bu amaçla bir PLC (*Programmable Logic*

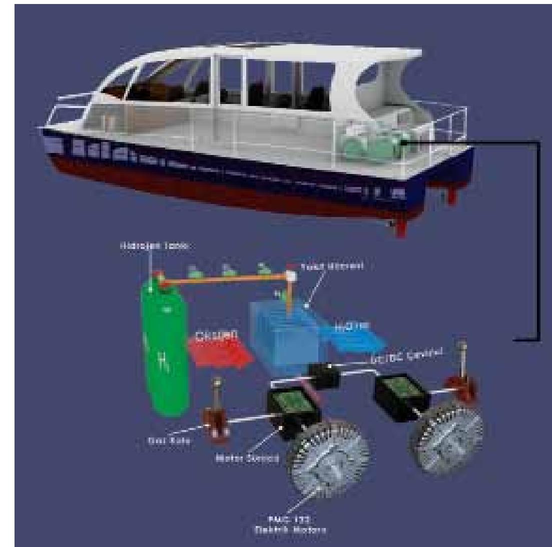
Controller - Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) ve bu PLC'yi kontrol eden bir dokunmatik ekran kullanılmaktadır. PLC, aynı zamanda yakıt hücresinden ve teknenin pek çok noktasına dağılmış algılayıcılardan bilgi toplayarak ve bu bilgileri derleyerek dokunmatik ekrana aktarmaktadır. Aydınlatma sisteminde düşük enerji ihtiyacına sahip LED armatürler kullanılarak enerji sarfiyatı en aza indirgenmektedir. Ayrıca gövde içine yerleştirilen sintine pompaları sayesinde de teknenin su alması durumunda suyun tahliyesi sağlanmaktadır.

Teknenin Yapısı

Genel olarak Martı-Hidrojen Teknesi yüksek istikrar ve manevra kabiliyeti açısından katamaran (çift gövde) yapıda tasarlandı. 8,13 metre boyunda ve 3,2 metre eninde, 1 kaptan, 1 mürettebat ve 6 yolcu kapasitesine sahip. Tam yüklü durumda 7 kW güç ile 7 knot hız yapabiliyor.

2007 yılında başlayan Martı - Hidrojen Teknesi Projesi, 1 Kasım 2010 tarihinde Hidrodinamik Tersanesi'nde üretime başlayarak uygulamaya geçti ve üretimi halen devam ediyor. Türk Loydu tarafından Yolcu Teknesi statüsünde sınıflanması planlanan Martı -Hidrojen Teknesi'nin Haliç'te denize indirilerek gezinti teknesi olarak işletilmesi hedeflenmektedir. Martı-Hidrojen Teknesi'nin Haliç'te kullanılmasıyla hidrojen enerji sisteminin uygulanabilirliğinin gösterilmesinin yanı sıra teknede yolcu koltuklarının arkasına konulacak LCD ekranlarda alternatif enerji sistemleri ve hidrojen enerji sistemi hakkında tanıtım filmleri gösterilecektir.

Projeyi gerçekleştiren İTÜ İstiklal Projelendirme ve Uygulama Topluluğu İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi bünyesinde faaliyetlerini sürdürüyor. Topluluk, İTÜ'nün farklı disiplinlerinden bir araya gelen lisans ve lisansüstü öğrencilerden oluşuyor. Topluluktaki İTÜ'lü mühendis ve mühendis adayları, öncelikle ülkemize ve daha sonra dünya bilimine katkıda bulunmak için çevresindeki mevcut sorunları gözlemleyip bunlara çözüm üreten çalışmalar yapıyorlar.



Değerli Okuyucularımız,
Bilim ve teknoloji konularında merak ettiğiniz, kafanızı karıştıran, düşündürücü sorularınızı **merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr** adresine yollayabilirsiniz.
Tüm okuyucularla paylaşabileceğimiz sorularınızı değerlendirecek ve yerimiz elverdiğince yanıtlamaya çalışacağız.
İlginç bilimsel sorularda buluşmak üzere...

Japonya'da gerçekleşen deprem ve tsunami sonucu Dünya'nın ekseninin kaydığı söylendi. Dünya'nın ekseni 1 cm bile kaydığında yaşamın biteceğini duydum. Dünya'nın ekseninin kayması nasıl bir durumdur?

Behlül Uçar

Dünya yerine "arz" veya "yerküre" demek daha doğru olur. Büyük bir deprem yerkürede milyarlarca ton ağırlığında kayanın saniyelerle ölçülecek bir süre zarfında aniden yer değiştirmesine yol açar. Bu hareket, kendi ekseni etrafında dönen bir topa benzetebileceğimiz yerkürenin dönme eylemsizliğinde bir değişmeye yol açar. Yalnız, arzın kütlesini ($6x10^{24}$ kg, yani arkasında 24 adet sıfır olan 6) düşünecek olursak en kuvvetli depremin dahi, toplam kütlenin ancak çok küçük bir parçasına denk gelen kısmı hareket ettirebildiği ortaya çıkar. Dolayısıyla depremden veya tsunamiden kaynaklanan, günlerin kısalması ve arzın Güneş etrafındaki yörüngesindeki değişmeler pek küçük miktarlardır. 9 büyüklüğündeki bir deprem gündeki saniyelerde (bir gün 86.400 saniye sürer) ancak saniyenin milyonda birkaçı kadar oynama yapar. Düşünün ki yerküre 4,6 milyar seneden beri mevcuttur. Bu kadar uzun bir süre içinde tahmin edebileceğiniz gibi sayısız miktarda büyük deprem (ve meteor çarpması) meydana gelmiş olmalıdır. Yörünge üzerindeki hareket ve hayat hâlâ devam ettiğine göre evrensel kanunlar da hâlâ geçerlidir ve korkmanıza gerek yoktur.

Prof. Dr. Polat Gürkan



Nasıl oluyor da erkek arılar n kromozomla gelişirken dişi arılar 2n kromozomla gelişiyor. Arılar eşeyli üreyen canlılar değil mi?

Onur Yeşilgöz

Kraliçe arıların vücut hücreleri 32 (2n) kromozom, cinsiyet hücreleri 16 (n) kromozom taşır. Döllenmiş yumurtadan gelişen arı, 16'sı yumurtadan, 16'sı spermden olmak üzere 32 kromozoma sahiptir ve bu döllenmiş yumurtadan dişi arılar, 16 kromozomlu döllenmemiş yumurtadan da erkek arılar gelişir. Döllenmemiş bir yumurtadan yeni bir bireyin geliştiği üreme şekline eşeyli parteogenez üreme adı verilir.

Dr. Özlem İkinci



Evrende olabilecek en düşük sıcaklık -273,15 santigrat derece (°C) ama bu seviyeye ulaşılamamış diye biliyorum. CERN'de bile bu seviye -272. Peki bundan daha düşük sıcaklığın olamayacağı nereden biliniyor? Nasıl ölçülüyor? Bir belgesel kanalında -400 °C derece diye bir ifade duydum. Mutlak sıfırı onlar mı yanlış çevirmiş yoksa biz mi yanlış biliyoruz?

Harun Kökten

Termodinamiğin ikinci yasası mutlak sıfıra izin vermiyor. Zira mutlak sıfıra (0 Kelvin = -273,15 °C) ulaşılması demek % 100 verimlilikle çalışan, dışarıdan enerji almadan sonsuza kadar çalışabilen bir Carnot devridaim makinesinin yapılabilmesi anlamına da geliyor.

Çevresiyle enerji alışverişi yapmayan, yalıtılmış bir sistem (kapalı sistem) düşünelim. Bu sistemin içerisinde biri sıcak diğeri daha soğuk iki bölge olsun. Bu bölgeler arasında ısı iletimine izin verildiğinde ısı hep sıcaktan soğuk olana doğru akıyor. Bunun sonucunda sistemin yararlı iş yapabilme kabiliyeti gittikçe azalıyor, bir diğer deyişle entropisi artıyor. Her iki bölgenin sıcaklığı birbirine eşit olunca denge durumuna ulaşılmış ve sistemin entropisi en yüksek değerine ulaşmış oluyor. Termodinamiğin ikinci yasası kapalı bir sistemin entropisinin hep artacağını ya da aynı kalacağını ifade ediyor. Carnot çevriminde de arada sıcaklık farkı olan iki hazne var. Sistem bu iki hazne arasında belli termodinamik süreçlerden geçerse yük-



sek verimlilikte çalışan bir makine elde ediyoruz. Ancak böyle bir makinenin sıfır Kelvin'de çalışması için sonsuz iş yapması gerekiyor. Sıcak hazneden soğuk hazneye akan ısı miktarını hesaplarsanız sıfır çıkıyor. Böyle bir makineyi çalıştırmak mümkün değilse mutlak sıfıra ulaşılmaz demek, biraz ters mantık uygulamak oluyor. Yani % 100 verimle çalışan bir makine yapılamamasından, mutlak sıfıra ulaşamayız sonucuna varmak garip gelebilir. Ancak kütlesi olan bir cismi ışık hızının ötesine hızlandırmak için sonsuz enerji vermemiz gerekiyor. Bu mümkün olmadığı için ışık hızı sınırı koyuyoruz. Burada da aynı mantık söz konusu ve benzer sebepten sıcaklık için sıfır Kelvin sınırı koyuyoruz.

Tatmin olmayanlar için kuantum mekaniği üzerinden anlatmaya çalışalım. Sıcaklığı düştükçe sistemin enerjisi de azalıyor. Sistemi oluşturan moleküllerin, atomların titreşim, hareket, dönme enerjileri azalıyor ve sistem mümkün olan en düşük kuantum enerji seviyesine yerleşiyor. Ancak sistemi enerjisinden ne kadar soyutlarsak soyutlayalım asla sıfıra ulaşamıyoruz. Çünkü sistemin üzerinde hiç yok olmayan sıfır nokta enerjisi denen bir enerji kalıyor ve enerji de bir sıcaklığa karşılık geliyor. Yani kuantum seviyesinde mutlak bir hareketsizlik olmadığı için mutlak sıfıra da ulaşılamıyor.

Bir yerlerde -273,15 °C'nin altında bir derece ölçümünden bahsediliyorsa bir karışıklık ya da yanlışlık olduğundan emin olabilirsiniz. Evrende ölçülen en düşük sıcaklık ve bunun nasıl ölçüldüğüne de gelecek sayımızda yer verelim.

Dr. Zeynep Ünalan

Suyun içine asit damlatılırken neden asidin içine su damlatılmaz?

Ramazan Orhan

Kuvvetli bir asit olan sülfürik asiti seyreltmek istediğimizi düşünelim. Bunun için suyla asidi karıştırmamız gerekir. İçinde bir miktar sülfürik asit olan balon jojenin (altı balon biçiminde, üstü ince uzun cam tüp) içine su eklediğimizde, ekzotermik bir tepkime gerçekleşir. Ekzotermik tepkime sonucunda enerji açığa çıkar. Açığa çıkan bu enerji suyu hızla ısıtıp kaynama noktasına getirebilir. Bunun sonucunda asit ve su karışımından oluşan buhar yüzünüze gelebilir. Ayrıca açığa çıkan bu ısı cam balon jojeyi çatlatıp, asidin etrafa dağılmasına neden olabilir. İçinde bir miktar su olan balon jojeye asit eklediğimizdeyse ısı açığa kademeli ve yavaş çıkar ve ısı asitten daha fazla olan su tarafından emilir. Elde edeceğiniz çözeltinin ısındığını hissedersiniz. Bu ısınma balon jojenin çatlamasına ya da asidin yüzünüze sıçramasına neden olacak kadar fazla değildir. Çünkü ekzotermik bir tepkime yavaş da olsa devam etmektedir.

Şefika Özcan

Suyu (H_2O) elektroliz yöntemiyle elementlerine ayırabiliyoruz. Peki bu tepkimenin tersiyle yani hidrojen ve oksijenin senteziyle neden su elde edemiyoruz?

Aybars Tokta



Suyu elde edebilmemiz için elbette hidrojen ve oksijen atomlarını bir araya getirmemiz gerekir. Bunu yapmak ilk bakışta kolay görünebilir. Ancak oksijen gazıyla hidrojen gazını bir araya getirmek, su oluşumu için yeterli olmayabilir. Çünkü ortamdaki her oksijen ve hidrojen atomu su oluşturmak için bir araya gelmeyecek ve ortamda serbest atomlar da kalacaktır. Oksijen ve hidrojenin su oluşturacak şekilde bir araya gelmesi için iki atomun da elektron paylaşması gerekir. (Elektron paylaşımı oksijen atomunun son yörüngesindeki p orbitalinin 4 elektronuyla, hidrojenin 2 elektronu arasında olmaktadır.) Bu elektron paylaşımını gerçekleştirmek için ortama dışarıdan bir enerji vermek gereklidir. Hidrojenin yanıcı, oksijenin yakıcı özelliği yüksek olduğundan ortama ileteceğiniz küçük bir kıvılcım tepkimeyi başlatabilir. Bu tepkime ekzotermik bir tepkimedir, yani tepkime sonucunda ortaya büyük bir enerji çıkar. Bu enerji çıkışının farkına bir patlama sesi işittiğinizde varabilirsiniz. Artık hidrojen ve oksijen atomlarının elektron paylaşımı gerçekleşmiş ve su molekülünüz oluşmuştur. Eğer yaptığınız deney büyük çaplıysa, bu patlama ölümcül sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle hidrojen ve oksijen atomlarını bir araya getirerek su elde etmek şimdilik pratik bir yöntem olarak görülmemektedir.



$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + \text{ENERJİ}$$

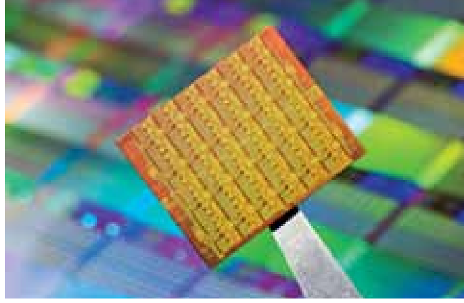
Şefika Özcan

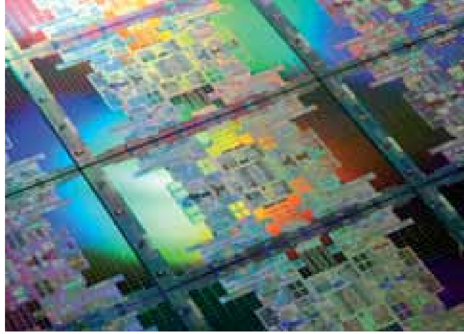
Levent Daşkıran

Japonya'daki Büyük Deprem Moore Yasasını da Sallıyor

Geçtiğimiz ay Japonya'da yaşanan depremin ardından, dünyanın önde gelen teknoloji devlerine ev sahipliği yapan ülkede teknoloji ekonomisinin ne kadar büyük bir darbe aldığına dair haberler de ulaşmaya başladı. Lityum iyon pil ve bellek yongası üreten tesisler büyük hasar gördü, ülkedeki LCD ekran üretimi ve tedarik zincirleri sekteye uğradı. Bu durumun başta akıllı telefonlar olmak üzere tüm teknolojik ürünlerde önemli fiyat dalgalanmalarına neden olabileceği konuşuluyor. Ağır hasar gören fabrikaların yeniden üretime geçmesi için aylar geçmesi gerektiğine dikkat çekilirken, ülkede üretimi zorlayan bir diğer konu da özellikle nükleer tesislerdeki hasara bağlı olarak yaşanan enerji sorunu.

Fakat son gelen haberler işin bu kadarla da kalmayacağına, Moore Yasası olarak bilinen ünlü yasanın da bu durumdan etkilenebileceğine işaret ediyor. Moore Yasası, mikroişlemcilerde yer alan transistör sayısının ve buna bağlı olarak da işlem gücünün her 2 yılda bir ikiye katlanacağını söyler. Neredeyse 50 yıldır geçerliliğini koruyan bu yasanın bugün hâlâ uygulanabilmesinin en büyük sebebi de üretim sürecinde işlemcilerin daha ince üretilmesini mümkün kılan tekniklerin gelişmesi. Şu an mikroişlemci üreticileri, üretim tekniklerinde her bir katman için 32 nanometreye kadar inmeyi başarmış durumda. Intel de bunun bir sonraki adımı olarak yeni nesil işlemcilerinde 22 nanometre üretime geçmeye hazırlanıyordu. Fakat Japonya'daki deprem nedeniyle şirketin bu konudaki planları da zora girdi. Bunun sebebi, dünyanın önde gelen fotoğraf makinesi ve fotoğraf ekipmanları üreticileriyle işlemci üreticileri arasındaki ilginç bir bağlantıya dayanıyor. Şöyle ki, mikroişlemci üretiminde silikon tabakalarının üzerine transistörlerin dizilmesi litografi adı verilen bir teknikle gerçekleştirilir. Bu teknikte ışığa duyarlı özel bir madde silikon plaka üzerine kaplanır, daha sonra bu maddenin üzerine belli noktalara denk gelecek şekilde ışık yansıtılır. Işığın değdiği kısımlardaki madde sertleşir, plaka yıkanarak sertleşmeyen kısım ayrılır ve bu şekilde farklı malzemeler üst üste dizilerek transistörler şekillendirilir. İşte deprem sırasında Nikon'un hasar gören fabrikalarından üçü litografi malzemesi üretiyordu ve Intel de 22 nanometre üretim tesislerinde bu malzemeleri kullanmak üzere Nikon'la anlaşmıştı. İşte bu nedenle Nikon tarafında üretimin sekteye uğraması Intel'i kara kara düşündürüyor. Detayları **http://bit.ly/moorelaw** adresinde okuyabilirsiniz.





Japonya'daki büyük depremin teknoloji ekonomisi üzerindeki etkileri ilk anda düşünülenden daha geniş bir etkiye sebep olacak gibi görünüyor.

Bu arada hazır Moore Yasası demişken, **http://bit.ly/moorecrisis** adresinde Moore Yasasının 2020 yılı civarında kuramsal sınıra ulaşmasıyla dünya genelinde bir ekonomik krizin tetiklenebileceğine dair ilginç görüşler yer alıyor. İlginizi çekiyorsa bir göz atmakta fayda var.

Twitter Üzerinden Kayıp Dillerin Peşine Düştüler

İnternet kullanıcıları arasında sosyal medya kullanımı yaygınlaştıkça hayli ilginç olaylar ve kullanım biçimleri de gündeme gelmeye başladı. Bunlardan biri de sosyal medya iletişimi üzerinden, kaybolmaya yüz tutmuş dillerin yeniden keşfiyle ilgili. Dünya üzerinde 6 binden fazla farklı dil konuşulmasına rağmen, bunların yaklaşık yüzde 60'ının baskın diller arasında kaybolduğunu gören St. Louis Üniversitesi'nden Kevin Scannell adlı bir araştırmacı, Twitter üzerinden bu dilleri konuşan kişileri bulup ortaya çıkarmaya yönelik olarak "Indigenous Tweets" adlı bir projeye imza atmış. Scannell'in projesi, nadir konuşulan 500 civarında dile ait en çok kullanılan kelimelerin dünya genelindeki Twitter mesaj trafiği içinden ayrıştırılmasını sağlayan An Crúbadán adlı bir arama sisteminden oluşuyor. Bu sistem, az kullanılan dillere ait kelimeleri yakaladığında konuşulan dili tanımlıyor ve kullanıcısına dair bilgileri projenin ana sayfasında listeliyor. Böylece Twitter üzerinde farklı dilleri konuşan kullanıcıları bulmayı, hatta birbirini tanımayan bu kişileri bir araya getirerek dil bağlarını güçlendirmeyi amaçlıyor. Projenin blog sayfasında yazılanlara göre projeye her geçen gün yeni diller eklenmeye devam ediyor. **http://indigenoustweets.com** adresini ziyaret ederek siz de Twitter üzerinde hangi nadir dillerin daha çok konuşulduğunu, kaç tane konuşanı olduğunu ve hatta kimlerin bu dilleri konuştuğunu görebilirsiniz.



Indigenous Tweets projesi, Twitter üzerindeki mesajları analiz ederek nadir konuşulan dilleri ortaya çıkarmayı ve canlı tutmayı amaçlıyor.

ldaskiran@gmail.com

Microsoft Farenin Belini Kırdı

Bilgisayar aksesuarları arasında en çok kullanılan ve yeniliğe en açık olanlardan biri şüphesiz ki faredir. Şöyle bir etrafa baktığınızda, klavye ve monitör gibi bileşenlere kıyasla ortalıkta farklı şekil ve fonksiyonlara sahip çok daha fazla fare olduğunu görürsünüz. Microsoft'un Arc Touch Mouse adını verdiği yeni modeli de, taşınabilirlik adına yeni bir şeyler arayan kullanıcıları hedefleyerek tasarlanmış ilginç bir ürün. Arc Touch Mouse'un özelliği dümdüz ve kavisli formlar arasında kolayca geçiş yapabilmesi. Düz haliyle fareyi ceket cebine koyabiliyor veya ezmeden çantanın ön gözüne sıkıştırabiliyorsunuz. Fareyi kullanacağınız zaman ise düz duran sırt kısmını iki yanından tutup sıkıştırıyorsunuz ve bir 'çat' sesi eşliğinde farenin sırt bölümü bir anda kubbe halini alıyor. Böylece fare ergonomik bir form alarak kullanıma uygun hale geliyor. Fareyle işiniz bittiğinde bu kez kubbenin üzerine bastırıyorsunuz ve fare yeniden kolayca taşınabilen dümdüz haline dönüşüyor. Bu ilginç tasarım yaklaşımı belki ilerde taşınabilirliğe odaklanan farklı aksesuarlara da ilham verebilir. Detaylı bilgi ve videolar için **http://www.microsoft.com/hardware/arc-touchmouse** adresini ziyaret edebilirsiniz.



Microsoft'un sırtına bastırılınca dümdüz olabilen yeni faresi, taşınabilirlik konusuna ilginç bir yorum getiriyor

Saniyeler İçinde Tablete Dönüşebilen Dizüstü Bilgisayar Piyasada

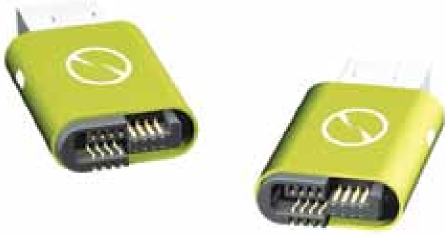
Tablet PC'ler piyasaya çıktığından beri, bunları gerçek bilgisayarlarla karşılaştıran ve bu şekilde kullanmakta ısrar eden kullanıcılardan "Ama bunların klavyesi yok ki" tarzı şikâyetler yükselmeye devam ediyordu. Sonunda üreticiler de bu ihtiyacı karşılayacak ara çözümler üretmeye başladı. Bunlardan şimdilik en ilgi çekici olanı, geçtiğimiz ay itibarı ile Türkiye'de de satılmaya başlanan Dell'in Inspiron Duo modeli. Dell Inspiron Duo, o anki ihtiyacınıza göre saniyeler içinde klasik bir netbook bilgisayardan tablet bilgisayara dönüşebiliyor. Peki nasıl? Aygıtın tasarımı, yerleştirildiği çerçeve etrafında kolayca dönebilen dokunmatik ekran ve genel tasarımla bütünleşecek şekilde yerleştirilmiş bir klavye düzeneğinden oluşuyor. Inspiron Duo'yu bir dizüstü bilgisayar gibi kullanırken tablet olarak kullanmak istediğinizde, çerçevedeki ekranı döndürmeniz ve klavyenin üzerine kapatmanız yeterli. Böylece aygıtın klavyesini ekranın altına gizleyerek tablet şeklinde kullanmaya devam edebiliyorsunuz. Tıpkı tek tuşa basıldığında üstü açılan otomobiller gibi. Sistemin dezavantajı ise klavyesini de beraberinde taşıyan aygıtın diğer tabletlere oranla daha kalın olması. Ayrıca 4 saatin altındaki pil ömrü de rakiplerinin gerisinde kalıyor. Yine de şimdilik piyasada tabletten dizüstü bilgisayara bu kadar kolay dönüşebilen ikinci bir ürünün daha olmadığını belirtmekte fayda var. Detaylı bilgiyi **http://www.dell.com/us/p/inspiron-duo/pd** adresinde bulabilirsiniz.



Dell'in yeni modelini ihtiyaca göre dizüstü bilgisayar ya da tablet olarak kullanmak mümkün



Osman Topaç



Bilgisayarınıza Uzaktan Erişin

Bilgisayarınızdaki bilgilere uzaktan erişebilmeniz için pek çok yöntem var. Itwin ise bu yöntemlerden belki de en kolay olanı. Birbirine yapışık iki flash bellek gibi gözüken Itwin'in bir parçasını internet erişimi olan ev bilgisayarınıza takıyorsunuz. Diğer parçasını ise internet erişimi olan iş bilgisayarınıza veya okul kütüphanesindeki bilgisayara takıyorsunuz ve anında ev bilgisayarınızdaki bütün dosyalar güvenli bir şekilde ekranınızda kullanımınıza sunuluyor. İsterseniz evdeki dosyalarınıza erişebilirsiniz veya saklamak istediğiniz dosyaları ev bilgisayarınıza Itwin üzerinden göndererek Itwin'i kapasitesi sınırsız bir flash bellek gibi kullanabilirsiniz.

www.itwin.com



RainPerfect



ITT tarafından geliştirilen RainPerfect, her türlü standart varile monte edilebilen ve güneş enerjisi ile çalışan bir su pompa sistemi. Öncelikle yapmanız gereken evinizin dikey yağmur borusunun çıkışını bir varil içine vermeniz.



Daha sonra varil üzerine RainPerfect pompa sistemini yerleştiriyorsunuz. RainPerfect pompa sistemi, içinde bulunan NiMh batarya sayesinde sürekli 13 PSI basınçla su pompalayabiliyor. Tek bir şarj ile yaklaşık 378 litre su pompalayabilen sistemin bataryası güneş enerjisi ile şarj oluyor.

www.ittflowcontrol.com

Off-Road Street View

Google Maps tarafından ücretsiz olarak kullanıma sunulan Street View ile pek çok şehrin sokaklarını sanal ortamda gezebiliyorsunuz. Google Street View görüntülerini, 360° görüntü alabilen kayıt sistemleri yerleştirilmiş otomobilleri şehirlerin sokaklarında dolaştırarak oluşturuyor. Buraya kadar yeni bir şey yok. Google yetkilileri tarafından yapılan açıklamaya göre artık Street View hizmeti kullanılarak, otomobille ulaşılamayan cazibe merkezlerinin görüntülerine de ulaşabilecek. Bu cazibe merkezlerine örnek olarak Fransa'daki Chenonceaux Şatosu, Dublin'deki Milli Botanik Bahçeleri, San Diego'nun Balboa Parkı'ndaki bahçeler veya Cape Town'daki Kirstenbosch Botanik Bahçesi verilebilir. Bütün bunları mümkün kılan ise yine üzerine 360° görüntü alabilen kameraların yerleştirildiği üç tekerlekli bisikletler.

www.google.com/streetview



osmantopac@gmail.com

Portatif Güneş Enerji Sistemi

Japonya'da yaşanan deprem felaketi, benzer bir felaket karşısında alınabilecek tedbirler konusunu tekrar gündeme getirdi. Japon OS firması tarafından geliştirilen GSR-110B taşınabilir güneş enerjisi panel sistemi, bu tedbirlerden biri olabilir. Fuji Electric System tarafından geliştirilen, perdeye benzer esnek güneş enerjisi panellerini kullanan GSR-110B, şarj edilebilir batarya sistemi ile birlikte 3 kg ağırlığında. Sadece aktif kullanım sırasında yer kaplayan ve kullanılmadığı durumlarda tamamen gözden kaybolan rulo enerji panelleri sayesinde aracınızda, evinizde veya ofisinizde saklayabileceğiniz bu güneş enerji sistemleri, uygun hava şartlarında 40 Watt'a kadar güç çıkışı verebiliyor (16 W enerji panellerinden, 24W bataryadan).

www.os-worldwide.com





Gönüllü Kent Estetiği Müfettişleri

ABD'nin Boston şehri belediyesi, şehrin yollarında oluşan çukurları, duvarları kirleten çirkin görüntüleri örneğin grafitileri tespit etmek için Iphone ve Android telefon kullanıcılarından oluşan bir gönüllüler ordusu kuruyor. Iphone ve Android telefonlar için geliştirilen Citizens Connect uygulamasını kullanan "vatandaş", şehrin sorunlarını, sorunla ilgili çektiği fotoğraflarla ve sorunun bulunduğu yerin GPS koordinatları ile birlikte Boston Belediyesi'ne bildirebiliyor.



Hatta kullanıcı daha sonra belediye yetkililerinin sorun ile ilgili aldığı tedbirleri takip edebiliyor. Sadece Android telefonlar için geliştirilen Street Bump ise telefonda bulunan hareket sensöründen aldığı verileri kullanarak, yollarda oluşan çukurların yerini ve tahmini büyüklüğünü Boston Belediyesi'ne bildirebiliyor. Bu programı Android telefonuna yükleyen kullanıcının Boston sokaklarında aracıyla dolaşırken uygulamayı çalıştırması yeterli.

www.cityofboston.gov



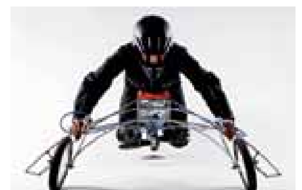
Şarjlı Tornavida Motorlu Bisiklet

Alman tasarımcı Nils Ferber, 2 adet şarjlı tornavidadan, saatte 30 km hız yapabilen bir üç tekerlekli bisiklet tasarlamış. Modifiye edilmiş bisiklet parçaları ile CNC tezgâhlarında özel üretilmiş alüminyum parçalardan oluşan bisikletin tasarımı Lego modelleri üzerinde çalışılarak başlamış. Daha sonra tahta çıtalar kullanılarak gerçek boyutlarda bir model geliştirilmiş. Bisikletin çelik şasisinin geliştirilmesi için tel model yapılmış, bu tel modelin görüntüsü CAD yazılımına kopyalanmış ve bu çizim üzerinden gerçek çelik şasinin boyutları belirlenmiş. Daha sonra çelik borular kullanılarak CAD yazılımında tasarlanan bisiklet şasisi hayata geçirilmiş. Kendi elektrikli bisikletini kendi yapmak isteyenler için ideal bir örnek.

www.nilsferber.de







Ahmet Cevdet Yalçıner
Ceren Özer

11 Mart 2011
Tohoku-Kanto Depreşim Dalgası (Tsunamisi)

“Tsunamiden Dünyaya Acı Bir Ders Daha”

11 Mart 2011 günü yerel saatle 14.46'da (Greenwich zamanı ile 05.46'da) Japonya'nın kuzeydoğusundaki Tohoku Bölgesi açıklarında (38,3°K, 142,4°D) 9.0 büyüklüğünde bir deprem meydana geldi. Kıyıdan yaklaşık 130 km uzaklıkta, 1000 m su derinliği olan yerde ve yerin 32 km altında odaklanmış olan bu deprem, Japonya tarihinde görülmemiş büyüklükte bir tsunamiyi tetikledi. Depreme ve tsunamiye bu denli alışkın ve ne yapılması gerektiğini bilen Japonlar bile bu kadarını beklemiyordu. Tsunami dalgaları deprem merkezine en yakındaki bölge olan Iwate'den Ibaraki'ye kadar uzanan Japonya'nın kuzeydoğu kıyılarına yaklaşık 25 dakikada ulaştı ve müthiş bir yıkıma neden olarak karada ilerlemeye başladı. Önüne gelen her türlü malzemeyle -tonlarca ağırlığındaki gemiler, paramparça olmuş ahşap yapılar, ağaçlar, otomobiller, tarlalardaki ürünler- kütlesini daha da büyüterek karada ilerlemeye devam etti. Çok şiddetli akıntı hızıyla ilerleyen su kütlesi, karada birçok yerde 5-6 kilometre kadar içeriye sokularak hasar alanını büyüttü.

Japonya'nın kuzeydoğu kıyılarındaki kentlerde büyük hasara ve can kaybına yol açmış olan bu deprem, merkezinden 350 km güneydeki başkent Tokyo'da da şiddetli olarak hissedildi.

Depreşim dalgaları 24 saat boyunca Pasifik'te ilerleyerek Şili'ye kadar ulaştı.



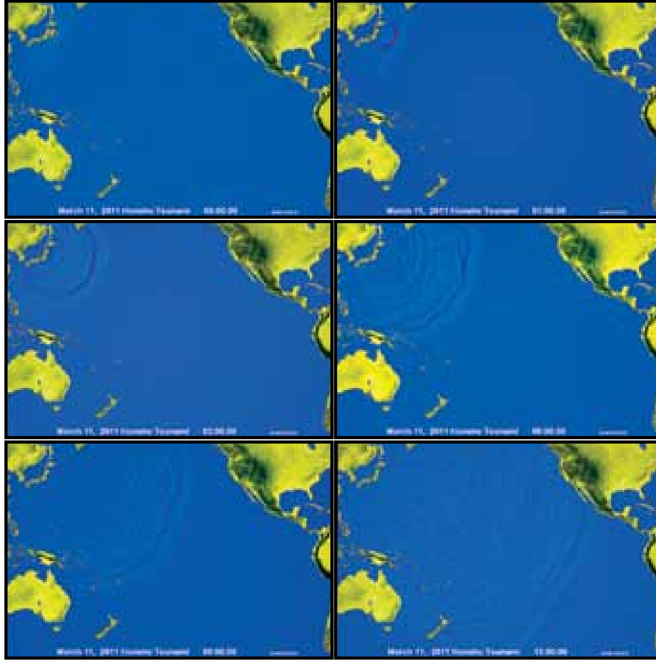
Japonya Tarihinde Tsunamiler:

Japonya tsunami felaketini tarihte ilk defa yaşamıyor. Bölgede tarih boyunca bilinen en eski tsunami afeti, 869 yılında Sendai bölgesini vuran "Jogan Tsunamisi"dir. Yapılan paleotsunami araştırmaları sonucu bulunan tortullar Jogan Tsunamisi'nin Sendai bölgesinde çok geniş bir kıyı alanında etkili olduğunu ve o tarihlerde kıyıdan 4 km uzakta bulunan Tagajo kalesine kadar ulaştığını göstermektedir. 1000 kadar can kaybı yarattığı bilinmektedir

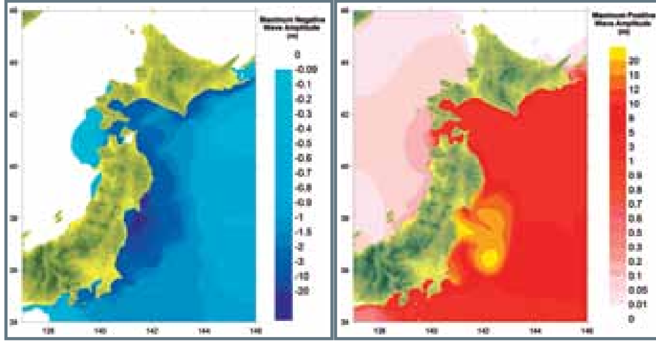
Japonya'nın en büyük adası olan Honshu'nun kuzey kısmı, Pasifik plakasının Kuzey Amerika plakası altına daldığı birleşim sınırı üzerinde yer alır. Buradaki plakalar, yıllar boyunca birbiri altına dalıp batmak üzere zorlanarak çok yüksek düzeyde enerji biriktirir. 869 yılında meydana gelen depreme de sebep olan bu dalma-batma bölgesi, uzun dönem içinde biriktirdiği enerjinin açığa çıkması ile pek çok büyük deprem oluşturmuş ve bu depremlerin bir çoğu zarar verici depreşim dalgalarını tetiklemiştir. 1896 yılında meydana gelen Büyük Meiji Depreşim Dalgası da bunlardan biridir.

Japonya tarihinde en büyük yıkıma sebep olmuş 5 deprem ve tetiklediği tsunamiler listesi şöyledir:

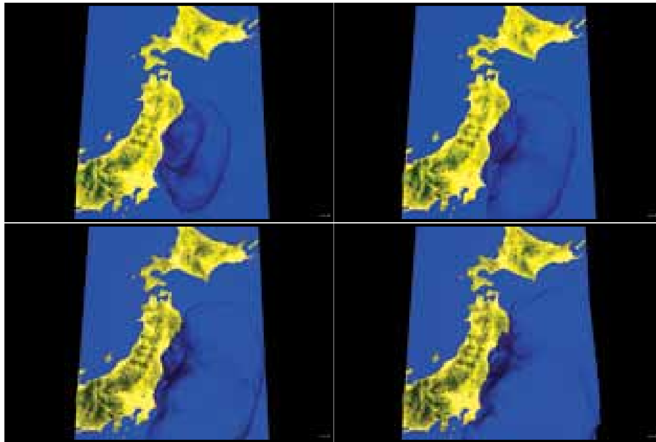
1498 Enshunada Denizi - 31.000 can kaybı
1586 Ise Körfezi - 8000'in üzerinde can kaybı
1707 Nankaido - 30.000 can kaybı
1771 Ryukyu Adaları - 13.000'in üzerinde can kaybı
1896 Sanriku (Meiji) - 27.000'in üzerinde can kaybı



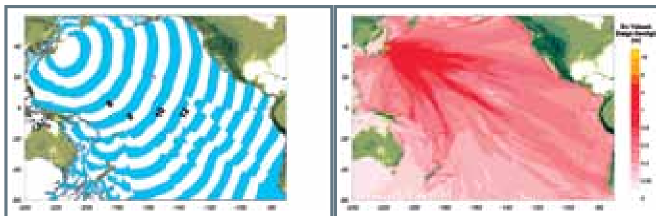
Tohoku-Kanto Tsunamisi'nin Pasifik'te yayılımı (0., 1., 3., 6., 9. ve 15. saatlerde su düzeyi durumu)



Tohoku-Kanto Tsunamisi'nin yakın alanda oluşturduğu en düşük ve en yüksek dalga genlikleri dağılımı



Tohoku-Kanto Tsunamisi'nin yakın alanda 5., 10., 15. ve 20. dakikalarda oluşturduğu su düzeyi



Pasifik'te ilk dalganın varış zamanı dağılımı ve Dalga Enerji Dağılım Haritası

Tohoku-Kanto Depreşim Dalgasının Ardından

Yakın alan etkileri:

Japon Yangın ve Afet Yönetimi Ajansı'nın (*The Japanese Fire and Disaster Management Agency*-FDMA) 24 Mart 2011'de yayımladığı verilere göre tsunami sonrası ölü sayısı 9353'e ulaşmıştır. 13.266 kayıp, 3105 de yaralı olduğu bildirilmektedir. Deprem ve tsunami nedeniyle 325 yangın meydana gelmiş, 243.390 kişinin de yaşadıkları bölgelerden tahliye edilmesi gerekmiştir.

Japonya'daki Limanlar ve Havalimanları Araştırma Enstitüsü'nün (*Port and Airport Research Institute*-PARI) GPS ölçüm şamandıralarında elde ettiği verilere göre, tsunami dalgaları deprem olduktan yaklaşık 30 dakika sonra Sendai bölgesindeki Miyako, Kamaishi ve Kesennuma şehirlerine ulaşmıştır. Su derinliğinin yaklaşık 200 metre olduğu yerlerde alınan ölçümlerde, dalga yüksekliğinin 6,5 metreye ulaştığı görülmüştür.

Dalgalar kıyıya geldiğinde ise dalga yükseklikleri ve akım derinlikleri daha da artmaktadır. PARI'nin Sendai bölgesi kıyıları boyunca yerleştirilmiş aygıtlarından gelen ölçüm verileri kıyılardaki baskın derinliklerinin 15 metreye kadar çıktığını, dalga tırmanma yüksekliklerinin ise bazı yerlerde 24 metreyi bulduğunu göstermektedir.

Uzak alan etkileri:

Japonya'nın kuzeydoğusunda oluşan dalgalar, Pasifik'te Amerika kıtasına doğru yola çıkmış, 8 saatte Hawaii'ye, 14 saatte de Amerika kıyılarına ulaşmıştır. Tohoku Kanto Depreşim Dalgası'nın uzak alan etkileri genelde şiddetli akıntılar ve liman içi çalkantıları olarak gözlemlenmiş, bazı bölgelerde tekne hasarları meydana gelmiştir. Az sayıda can kayıpları arasında, Hawaii'nin kuzeybatı kıyılarında meraklı bir tsunami gözlemcisinin kıyıyı terk etmemesi nedeniyle denize sürüklenmesi ve ABD'nin batı kıyılarındaki bir başka can kaybı gösterilebilir. Ayrıca, Amerika kıtası batı kıyılarında 3 metrelere varan dalga yüksekliği ve hemen her limanda ve nehir ağzında şiddetli akıntılar ve çalkantılar gözlenmiştir.

Kuzey Amerika kıyılarında Kaliforniya'nın kuzeyindeki Crescent City Limanı'nda 35 tekne hasar görmüş, Santa Cruz Limanı'nda ise 20 tekne batmış, 100 tekne hasar görmüştür. Los Angeles'ın kuzeyindeki Ventura Limanı'nda çok sayıda tekne hasar görmüş, Rendondo kumsalı limanında ise büyük bir tekne batmıştır. Los Angeles yakınlarındaki Santa Ana nehir ağzında tsunami etkisi 4 saat devam etmiş, akıntı hızı 2 m/s düzeyine ulaşmıştır. Kuzey Kaliforniya bölgesinde teknelerin limanı terk etmeleri çağrısı yapılmasına rağmen açık denizdeki kötü hava ve dalga koşulları nedeniyle liman ortasında beklemek zorunda kalmışlardır.

Dalganın Meksika ve Güney Amerika kıyılarına doğru ilerlemesi sırasında etkisinin azaldığı görülmüş; Meksika'nın Manzanillo bölgesinde çalkantı yarattığı gözlenmiş, hasar saptanmamıştır.





TSUNAMİ (DEPREŞİM DALGASI) NEDİR?

Denizlerin ya da okyanusların herhangi bir bölgesinde yerel olarak oluşan depreşim biçimindeki olaylardan (deniz tabanı deformasyonu, çökmeler, oturmalar, zemin kaymaları, göçmeler, volkanik hareketler, meteor çarpmaları gibi kütle hareketleri) herhangi biri ya da birkaçının birden oluşması sırasında denize geçen potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi ve buna bağlı olarak gelişen akıntılarla ve su düzeyi değişimi ile uzun dönemli dalga ya da dalgalar oluşur. Bu tür dalgalar dünya dillerinde tsunami olarak adlandırılmıştır.

Tsunami sözcüğü, 1896 yılında Japonya'daki Büyük Meiji Tsunamisi afetinde yaklaşık 27.000 kişinin ölümüne neden olmasından sonra, Japonların tüm dünyaya yaptıkları yardım çağrısı içinde yer alan bir sözcük olarak tanınmış, o tarihten beri de birçok dilde tsunami olarak kullanılmaya başlanmıştır. Tsunami sözcüğü Japonca kaynaklıdır, tsu (liman) ve nami (dalga) sözcüklerinin birleşiminden oluşur ve liman dalgası anlamında kullanılır. Bunun nedeni, zayıf bir tsunaminin bile kıyılarda ve sığ sularda şiddetli akıntılar oluşturması ve özellikle limanlarda hasara yol açmasıdır. Bu tür dalgalar kıyılarda şiddetli akıntılar oluşturarak karada ilerler ve önüne gelen her türlü engeli silip süpürür. Bu özelliği nedeniyle "süpürtü dalgası" olarak da adlandırılır. Ancak, denizin herhangi bir bölgesinde yerel olarak oluşan depreşim nedeniyle ortaya çıkma özelliği nedeniyle bu dalgalara Türkçe'de "depreşim dalgası" adı verilmesi uygun olacaktır.

Depreşim Dalgası Hareket Biçimi

Depreşim dalgası ilk oluştuğunda genellikle tek bir dalga biçimindedir. Ancak kısa bir süre içinde 4 veya 5 dalgaya bölünerek kıyılara doğru hareket eder. Önde giden dalga "centilmen" dalga olarak tanımlanır. Ancak ikinci ve üçüncü dalgalar etkili olabilecek niteliktedir. Arkadan gelen diğer dalgalar ise daha küçüktür ve daha az etkilidir.

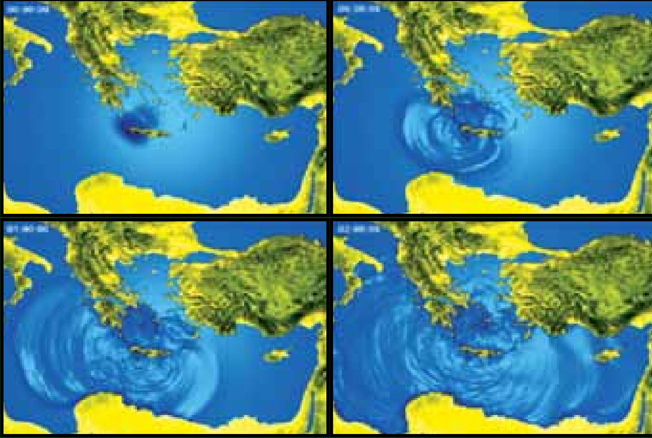
Depreşim dalgasının hızı, bulunduğu derinliğin karekökü ile doğru orantılıdır. Derin sularda hızlı, sığ sularda yavaş hareket eder. Ancak rüzgâr dalgalarından farklı olarak çok daha uzun periyotlu olurlar ve dalganın altında bulunan su moleküllerinin birbirlerini iterek yer değiştirmesi ile hareket ederler. Bu itme ve yer değiştirmenin sonucunda su kütlesinde yatay düzlemde sürekli akıntı ve sürekli su transferi oluşur. Su kütlesinin bu davranışı, sığ sulara geldiğinde dalga boyunun (iki dalga tepesi arasındaki mesafe) kısalmasına, çok şiddetli akıntılar oluşmasına, ve su düzeyi yükselmesine (genlik artması) neden olur. Kıyılara gelen öncü dalga, denizin önce geri çekilmesine veya karaya doğru ilerlemesine, karaya su taşınmasına ve ardından da karada dalga tırmanmasına neden olur. Bunun sonucu olarak da kıyılarda şiddetli akıntılar ve su düzeyi değişimleri gerçekleşir. Depreşim dalgası, yüksekliği düşük bile olsa genellikle limanlar ve küçük tekne barınaklarında etkili olur. Zaten Japonca'da liman dalgası sözcükleri ile tanımlanmasının nedeni de budur.

Tsunami Sözlüğü

Depreşim Dalgası Tırmanma Yüksekliği: Dalganın tırmandığı en yüksek noktanın sakin su düzeyinden dikey uzaklığı
Depreşim Dalgası İlerleme Uzaklığı: Dalganın kıyılarda ilerlediği en uzak noktanın kıyıdan yatay uzaklığı
Depreşim Dalgası Pozitif Genliği: Dalga tepelerinin sakin su düzeyine düşey uzaklığı
Depreşim Dalgası Negatif Genliği: Dalga çukurunun sakin su düzeyine düşey uzaklığı
Dalga Yüksekliği: Dalga tepesi ile dalga çukuru arasındaki dikey uzaklık.
Dalga Boyu: Art arda gelen iki dalganın tepe noktaları arasındaki yatay uzaklık
Dalga Periyodu: Art arda gelen iki dalganın tepe noktaları arasındaki zaman aralığı



Türkiye'de Depreşim Dalgası Riski



365 Tsunamisi'nin Doğu Akdeniz'deki yayılımı (0., 30., 60. ve 120. dakikalarda su düzeyi durumu)

MARMARA:

Marmara Denizi'nden geçen Kuzey Anadolu fay hattı, kuzey ve güney kolları olmak üzere iki bölüm halindedir. Bu kollardaki faylar genelde yapısal olarak yanal (doğrultu) atımlı faylardır. Bu faylar tek bir parça halinde değil, segmentler halinde Marmara Denizi'nde doğu-batı doğrultusunda sıralanmış haldedir. Ancak Prens Adaları'nın güneyinden geçen bölgedeki faylar, düşey (normal) atımlı fay niteliği taşır. Bu nedenle tsunami yaratma özellikleri vardır.

Marmara Denizi'nde su derinliği en fazla 1100 metre civarındadır. Bu derinlikte kırılacak fay, tsunami oluşturabilir. Ancak Marmara Denizi'nin kapladığı alan dikkate alınırsa meydana gelecek olası tsunami, Japonya'da yaşanan tsunamide görülen dalga yüksekliklerine ve karadaki akıntı şiddetine ulaşmayacaktır. Yine de çok yoğun yerleşim olan kıyı alanları, tekne barınakları, limanlar, dere ağızları ve düşük kotlu kıyı yerleşimleri gibi kırılgan bölgeler, tsunami dalgalarından etkilenebilir.

AKDENİZ:

Marmara'dan Ege'ye ve Akdeniz'e doğru gidildikçe fayların tsunami oluşturma karakterleri de artar. Doğu Akdeniz çanağında dalma-batma bölgesine bağlı düşey atım özellikli fay bölgeleri vardır. Tarihsel verilere göre, bu fayların tsunami oluşturduğu ve Akdeniz kıyılarında etkili olduğu bilinmektedir.

Akdeniz'deki bilinen en büyük tsunami 365 yılında meydana gelmiştir. Tarihsel verilere dayanarak, deprem merkezinin Girit'in batısında yer aldığı, deprem büyüklüğünün 8 civarı olduğu ve Doğu Akdeniz'in tümünde etkili olduğu tahmin edilmektedir. Şekil 5'te 365 depreminin fay parametreleri kullanılarak yapılan sayısal modelleme sonucu elde edilen dalga yayılımı zamana göre verilmektedir. Tarihsel verilere göre elde edilen deprem oluşum mekanizmaları kullanıldığında, 2 saat için yapılan benzetim sonucu, dalgaların Doğu Akdeniz'de şekildeki gibi yayıldığı görülmektedir.



Prof. Dr. Ahmet Cevdet Yalçıner, Japonya Tohoku Üniversitesi'nde ve ABD Güney Kaliforniya üniversitesi'nde Konuk Araştırmacı olarak çalıştı. Malezya Tsunami Uyarı Sistemi Danışmanlığı, UNESCO adına Sumatra Tsunami Araştırma Ekibi Başkanlığı ve Hint Okyuanusu Ülkeleri Tsunami Modelleme Eğitim Direktörlüğü yaptı. Avrupa Birliği Descartes Ödülü finalist proje araştırmacısı. Halen ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kıyı ve Deniz Mühendisliği Bilim Dalı'nda profesör olarak görev yapıyor.





Antik Dönemde Depreşim Dalgaları

Dünya'da bugün izleri bulunanlar arasında en eski depreşim dalgası MÖ 5800 civarında Norveç'in güneybatısındaki Storegga açıklarında meydana gelen, denizaltı heyelanına bağlı oluşan ve İskoçya kıyılarını da vuran depreşim dalgasıdır.

MÖ 1631 yılına rastlayan dönemde ise Ege'de patlayan Santorini (o zamanki adi Thera) volkanının krater çökmesi ile oluşan depreşim dalgasının bölgemizdeki önemli tarihsel olaylardan biri olduğunu unutmamalıyız. O dönemdeki Minos uygarlığının deniz yapılarına ve deniz araçlarına etki eden depreşim dalgası, kıyılarda verdiği zararla uygarlığın en önemli yaşam kaynağı olan deniz ticaretini sona erdirmiş ve halkın Girit Adası'ndan ve diğer adalardan, Mora'ya ve Anadolu'ya göç etmesine neden olmuştur.

Olağandışı büyük deniz dalgalarından tarihte ilk bahsedenler 2500 yıl öncesinde Eukleides, Heredotos, Aristoteles ve Strabo olarak bilinir. Depreşim dalgası ile depremler arasındaki ilişkiden tarihte ilk bahseden kişi ise MÖ 426 tarihli deprem ve depreşim dalgası olayındaki gözlemlere dayanan Eukleides'tir. Eukleides, denizde su düzeyinin çökmesi, kıyı çizgisinin önce geri çekilmesi ve ardından çok büyük dalga olarak karaya ilerlemesini anlatarak, bu tür büyük dalgaların depremlere bağlı olarak oluşabileceğini ifade etmiştir.

<<<

365 Tsunamisi'nin Doğu Akdeniz'de özellikle İskenderun, Bingazi ve Sicilya kıyılarında etkili olduğu bilinmektedir. Bu depremin oluştuğu yer ile etkili olduğu kıyılar arasındaki mesafe düşünüldüğünde, 365 Tsunamisi'nin uzak alan etkisi gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu örnek, Akdeniz çanağında meydana gelebilecek bir deprem sonrası oluşacak tsunaminin ülkemiz kıyılarında da etkili olabileceğini göstermektedir.

Akdeniz'de yaşanmış bir başka depreşim dalgası da 10 Temmuz 1956'da Santorini Adası açıklarında, 13 dakika arayla meydana gelen iki deprem (7,5 büyüklüğünde) sonucu oluşmuştur. Dalgalar Güney Ege kıyılarında önemli çalkantılar yaratarak etkili olmuştur. Ülkemiz kıyılarında da Bodrum Yarımadası ve Didim'de yarattığı etkiler görgü tanıkları tarafından saptanmıştır. Benzer bir tsunaminin günümüzde oluşması durumunda, turizm amacıyla çok yoğun kullanılmakta olan kıyılarda ve tekne barınaklarında o zamankine kıyasla daha fazla etki yaratması beklenmelidir.



Tsunamiden Korunma Konusunda Temel Kurallar

Depreşim dalgaları çoğunlukla depreme bağlı nedenlerle oluşur; yatık eğimli ve düşük kotlu kıyılarda, körfezlerde, nehir ağızlarında ve liman içlerinde yaratabilecekleri çok şiddetli akıntılar nedeniyle daha çok etkilidirler.

Türkiye kıyılarında tarih içinde defalarca depreşim dalgaları oluşmuştur. Bundan sonra da oluşması beklenmelidir. Günümüzde kıyıların çok çeşitli amaçlarla, çok sayıda tesisle donatılmış ve çok yoğun kullanılıyor olması nedeniyle, bir depreşim dalgasının, tarihteki etkilerine kıyasla günümüzde çok daha unutulmaz izler bırakması olasıdır.

Tsunamide önden gelen centilmen dalga, kıyılarda birkaç dakika içinde olağandışı su yükselmesi veya alçalması (çekilmesi) yaratır. Bu ilk dalga, arkadan gelebilecek olan bir veya iki etkili dalganın habercisidir. Bu durumda arkadan gelecek olan ikinci ve üçüncü dalganın etkili olacağı bilinmelidir.

Depreşim dalgası fark edildiğinde ya da uyarı alındığında en kısa zamanda kıyı çizgisinden uzaklaşmak ve yüksek bir yere çıkmak zorunludur. Karada bulunan kişilerin kıyıdan uzaklaşarak, denizde teknede bulunan kişilerin ise su derinliği en az 50 m. veya daha derin yerlere doğru uzaklaşarak olası dalga ve akıntı etkilerinden kurtulmaları olanaklıdır.

Unutulmamalıdır ki, dalganın karada ilerleme hızı, insanın koşma hızından daha fazladır. Merak edip dalganın kıyılardaki davranışlarını izlemek çok tehlikelidir. Kaçmak için çok geç olabilir. Depreşim dalgası nedeniyle yaşamını yitirenlerin bir bölümü meraklı kişilerdir.

Depreşim dalgası konusundaki uyarıları ciddiye almak zorunludur. Unutulmamalıdır ki, Hawaii Hilo'da 1960 yılındaki depreşim dalgası için 10 saat önceden uyarı verilmiş ve korunma yöntemleri tekrarlanmış iken yine de 61 can kaybı olmuştur.

Deniz tabanında oluşan herhangi bir deprem nedeniyle depreşim dalgası oluşabilir. Kıyılarda iken bir deprem hissedildiğinde kıyıdan uzaklaşmak yararlı bir önlemdir.

Yakın Tarihte Depreşim Dalgaları

Yazılı kaynaklarda yer alan bilgilere dayanarak, son iki yüzyılda en çok can alan depreşim dalgası olaylarına baktığımızda, 1883'teki Karakatau Volkan Patlaması ile oluşan ve Hint Okyanusu'nda etkili olan depreşim dalgasını, 1896'da Japonya'nın kuzeydoğusunda ve Pasifik kıyılarında etkili olan Büyük Meiji depreşim dalgasını ve 1960 Şili depreşim dalgalarını görürüz. Ama çok yakın tarihli, iki önemli tsunami olayı geçmiştekilerin etkilerini çok fazlası ile aşmaktadır.

26 Aralık 2004 Pazar günü Greenwich saati ile gece yarısı 00:58:53'te (Endonezya saati ile 07:58:53) Endonezya'nın Sumatra Adası'nın kuzeydoğusunda 3,307° K 95,947° D koordinatlarında meydana gelen 9,3 şiddetindeki depremin yarattığı depreşim dalgası, Hint Okyanusu'nu çevreleyen on ikiden fazla ülkenin kıyılarında olağanüstü hasar yaratmış, büyük çoğunluğu Güney Asya kıyılarında olmak üzere, 25'ten fazla milletten çeyrek milyondan fazla insanın canını almış ve insanlık tarihinin yaşadığı en büyük doğal afetlerden biri konumuna gelmiştir.



O deprem, sadece bahsedilen depreşim dalgasını oluşturmakla kalmamış, dünya üzerinde bilimsel, sosyal, psikolojik, kültürel sarsıntılara da neden olmuş ve afet yönetimi konusunda çok önemli değişimlerin kapısını aralamıştır.

2004 Hint Okyanusu tsunamisi, insanlık için yüzyıllarca anlatılacak çok önemli bir olay olarak düşünülürken, 11 Mart 2011'de Japonya'dan gelen acı bir haber dünyayı başka biçimde sarstı. 2011 Tohoku-Kanto depremi ile "Japonya'da yaşanmış tsunamiler" tarihi baştan yazılacak ve deprem sonrası oluşan tsunami, kayıtlara "bölgede yaşanan en büyük tsunami" olarak geçecek.



Ceren Özer, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2003'te mezun oldu. 2007'de Kıyı ve Deniz Mühendisliği Bilim Dalı'nda yaptığı yüksek lisansında tsunamilerin baskın alanında oluşturduğu kuvvetler üzerine çalıştı. AB ve TÜBİTAK destekli projelerde görev aldı. UNESCO adına Malezya'daki tsunami modelleme kurslarında eğitmenlik yaptı. UNESCO koordinasyonunda, hükümetlerarası Akdeniz Tsunami Uyarı Sistemi kurulma çalışmalarında araştırmacı olarak görev yapmaktadır. Doktora çalışmasına aynı bölümde devam etmektedir.

Cem Bağdatlıoğlu

Nükleer Enerji ve Japonya'daki Son Durum

Japonya'da yaşanan deprem ve sonrasındaki tsunaminin ardından nükleer enerji tekrar gündemde. Nükleer enerji gibi gelişmiş bir teknolojinin yalnızca olumsuz gelişmeler ile gündemimize gelmesi üzücü olsa da, nükleer enerjinin anlaşılması için önemli bir fırsat. Nükleer santrallerin çalışma ilkelerinden risklerine, doğaya zararlarından, Japonya'daki son duruma kadar nükleer enerji hakkında yeterli bilgiye sahip olmak önemli. Nükleer enerji hakkında doğru bilgilere sahip olunduğu zaman, konu hakkında tarafsız bir fikre sahip olmak da mümkün olacaktır.



Nükleer santrallerden önce, nükleer tepkimelerden ve bu tepkimelerin ne olduğundan bahsedilmelidir. Nükleer bir tepkime, en basit tanımıyla kimyasal tepkimeden farklı olarak atomların *çekirdeklerinin* değişimi ile sonuçlanan tepkimedir. Örneğin, Dünya'nın enerji kaynağı olan Güneş sanılanın aksine "yanmaz". Güneş enerjisi, füzyon sonucu atomların birleşmesiyle ortaya çıkar.

Günümüzde nükleer santraller "nükleer fisyon" ile çalışır. Fisyon, füzyonun aksine (füzyonda iki atomun çekirdeği birleşir) atomun çekirdeğinin *bölünmesidir*. Bu reaktörlerin çoğunda çekirdeği bölünen atom, uranyum elementinin U-235 izotopudur. İnanması güç olsa bile, günümüzde nükleer reaktörlerde uygulanan U-235 fisyonunun aynısının yaklaşık iki milyar yıl önce Dünya'da 12 farklı bölgede doğal olarak meydana geldiği bilinmektedir.

Nükleer Enerji Nedir?

Nükleer enerji santrallerinin dünya çapında onlarca farklı türü bulunsa da, elektrik üreten bütün nükleer santrallerin çalışma ilkeleri neredeyse aynıdır. Nükleer tepkimeyle ısıtılan su, su buharına dönüşür. Daha sonra bu buhar ile elektrik türbinleri döndürülerek elektrik elde edilir. Evlerde kullanılan türden, elektrik alıp hava üfleyen elektrikli vantilatörlerin aksine, bu türbinler havayla döndürülüp elektrik üretir. Sonuçta petrol, kömür, doğalgaz ve nükleer enerjiyi birbirinden ayıran temel fark türbinleri döndürecek buharı sağlayacak ısının *nasıl* elde edileceğidir.

Nükleer Santraller Nasıl Çalışır?

Nükleer santrallerin nasıl çalıştığını bir konu başlığı altında anlatmak hayli güçtür. Dünyada onlarca farklı amaçta ve seviyede nükleer santral teknolojisi kullanılsa da, bütün bu farklı çeşitler temelinde U-235 izotopuna nötron çarptırılması ile izotopun fisyona uğratılması esasına dayanır (uranyumun diğer izotoplarının fisyona uğraması oldukça zor olduğundan o izotopların fisyona uğramadığı varsayılır). U-235'in fisyona uğraması için uygun hızda bir nötron ile çarpışması gerekir. Çarpışma sonucu fisyona uğrayan uranyum, daha küçük iki farklı element olarak (örneğin Kr-92 ve Ba-141) ikiye bölünür. Fisyon sonucunda aynı zamanda bölünen atomdan ortalama 3 adet nötron açığa çıkar.

Salınan bu nötronların 1 tanesi başka bir uranyumun fisyona uğramasına sebep olursa, sürekli bir zincirleme tepkime gerçekleşiyor demektir. Dolayısıyla nükleer santrallerin çalışabilmesi için gerekli olan koşul bu şekilde sağlanmıştır. Bu tepkime sırasında ortaya çıkan ısı enerjisinin toplanarak elektriğe dönüştürülmesi nükleer santralin temel çalışma ilkesidir.

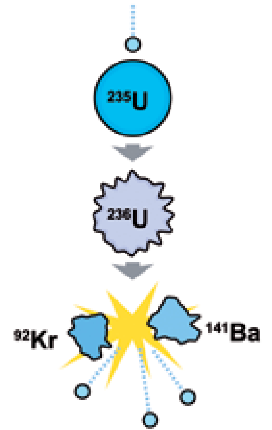
Yukarıda bahsedilen döngünün sağlanabilmesi için çözülmesi gereken bazı sorunlar vardır.

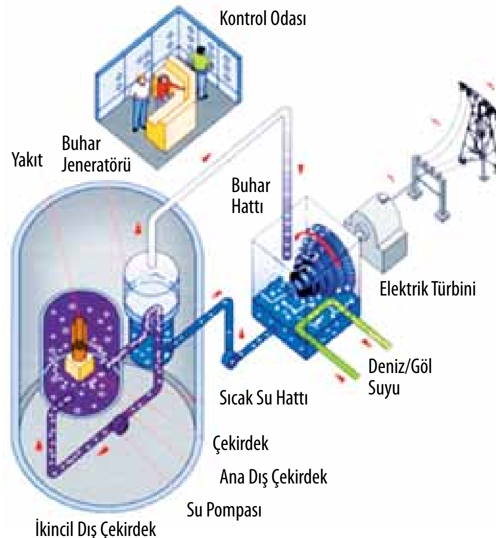
- Doğal olarak çıkarılan uranyumda U-235 izotopu % 0,72 oranında bulunur ve bu miktar genelde sürekli bir tepkime sağlanması için yeterli değildir.
- Uranyum tarafından salınan nötronlar çok hızlıdır. İçgüdüsel olarak daha hızlı nötronların uranyum çekirdeğini daha kolay böleceğini düşünsek de, nötronlar çok hızlı olduklarında çekirdeğin içinden uranyum atomunu bölemeden geçerler. Dolayısıyla salınan bu nötronların (moderatör ile) yavaşlatılması gereklidir.
- Fisyon sonucu ortaya ısı çıkar. Bu ısının fisyonun gerçekleştiği çekirdekten alınması yani çekirdeğin soğultulması gerekmektedir.

Bu üç temel soruna çok farklı şekillerde çözüm bulunabilir ve bu farklı çözümler farklı reaktör türlerini oluşturur. Reaktörler, kullandıkları yakıt türüne (U-235 oranı), kullandıkları nötron yavaşlatıcıya (moderatör), kullandıkları soğutucuya, teknolojik seviyelerine ve kullanım amaçlarına göre farklı gruplara ayrılabilir. Her ne kadar bu sorunların çözülmesi için kullanılan malzeme ve sistemler farklı olsa da, "basınçlı su reaktörü" nükleer reaktörlere güzel bir örnek olduğundan yazıda bu türün nasıl çalıştığını anlatalım.

Bu reaktörlerde yakıt, çubuklar halinde yan yana yerleştirilir. Bu çubuklarda (1-2 santim çapında







ve uzunluğunda) bulunan uranyumda U-235 izotopu yaklaşık % 3 oranındadır. Hazırlanan bu çubukların yaklaşık 64 tanesinin yan yana yerleştirilmesi ile reaktörün çekirdeği hazırlanır. Bu çekirdek yaklaşık 12-18 ayda bir, % 25 kadarının yenilenmesiyle işlevine devam eder.

Çekirdek, reaktörün merkezinde, bir su havuzunun ortasına yerleştirilir. Bu tür reaktörlerde su, hem nötron yavaşlatıcı (moderatör) hem de soğutucu görevini üstlenir. Çekirdekten geçen su, fisyona uğrayan atomların saldığı nötronlarla çarpışıp onları yavaşlatarak tepkimenin sürekliliğini sağlarken aynı zamanda ısınır. Bu sıcak su, reaktörün içinde başka bir suyu ısıtmak için kullanılır. Ancak kullanılan bu suyun reaktörün içinde kaynamaması gerekir. Suyun kaynamasının önlenmesi için çekirdek yüksek basınçta tutulur (reaktör adını bu yüksek basınç özelliğinden alır). Isı geçişi sırasında reaktörden geçmekte olan radyoaktif su ile türbinlerin çevrilmesinde kullanılacak olan su birbirleri ile temasa geçmez, dolayısıyla reaktörden çıkan su radyoaktiviteden arınmış olur. Elde edilen bu su, su buharı olarak türbinlerin döndürülmesinde kullanılır.

Reaktör çalışır durumdayken üretilen elektrik miktarını sürekli kontrol etmek, bunun için de reaktörün hızını kontrol etmek gerekir. Bu kontrol yakıt çubuklarının üzerine nötronları yalıtıcı silindirlerin geçirilmesiyle sağlanır. Yakıt çekirdeğinin üzerinde bulunan bu silindirler aşağı indirildikçe salınan nötron miktarı azalır, böylece tepkime hızı da yavaşlatılmış olur. Dolayısıyla eğer bu "kontrol çubukları" yakıt çubuklarına tamamen geçirilirse nükleer fisyon durdurulmuş olur. Reaktörün hızını kontrol etmenin başka bir yolu da çekirdekten geçen suyun nötronları ne kadar yavaşlattığını kontrol etmektir. Çekirdekteki suyun nitelikleri (ısısı ve/veya basıncı) değiştirilerek tepkimenin hızının ayarlanması da mümkündür.

Farklı türlerdeki nükleer reaktörlerde çekirdeği soğutmak için su yerine basınçlı su, ağır su, süperkritik su, sıvı metal, gaz ve erimiş tuzdan herhangi biri kullanılabilir. Nötronları yavaşlatmak için su yerine grafit, ağır su, sıvı metal veya erimiş tuz kullanabilir.

Nükleer Tepkimelerin Verimliliği

Nükleer bir tepkime, kimyasal bir tepkimeden (kömürün yakılması, doğal gaz kullanılması, vb.) yaklaşık bir milyon kat daha fazla enerji salar. Örneğin; 1 *ton* kömürün yakılmasıyla elde edilecek olan enerji miktarı, 1 *gram* uranyum ile elde edilebilir. Basit bir örnek vermek gerekirse, evimizde kullandığımız 100 Watt'lık bir ampulü bir sene boyunca durmaksızın yakmak için 325kg kömüre gereksinim duyarız. Buna karşın aynı ampulü nükleer enerjiyle yakmak için gerekli olan uranyum yarım gramdan, yani bir atacın yarısından, daha azdır. Dolayısıyla nükleer enerji, diğer seçeneklere göre inanılmaz ölçüde daha verimlidir. Kömür ile çalışan enerji santralleri günde iki kez kamyonlarca kömüre gereksinim duyarken, nükleer bir reaktör sadece iki yılda bir yeniden dolum ile çalışabilir. Tepkimelerdeki bu verimlilik reaktörlere de doğrudan yansımaktadır.

Nükleer Atıklar

Yıllar boyunca fisyona uğrayan yakıt bir süre sonra verimliliğini kaybeder ve değiştirilmesi gerekir. Ancak çekirdekte bulunan bu nükleer atık bir süre daha ısı vermeye devam eder ve soğutulması gerekir. Santrallerde yapılan olağan uygulama bu atığın reaktörün içinde bir atık havuzuna koyulmasıdır. Atık bu atık havuzlarında 2 sene kadar bekletildiğinde ısı salımı neredeyse durmuş olur.

Çekirdekten çıkarılan bu atıkta, tahmin edileceği gibi, radyoaktif elementler bulunur. Bu radyoaktif elementler zamanla kendi kendilerine (fisyonda olduğu gibi) bölünerek başka elementlere dönüşür. Radyoaktivite bu kararsız elementlerin bölünürken açığa çıkardığı parçacıklardır.

Yakıttaki bu radyoaktif elementlerin hepsi Dünya'nın oluşumunda doğal olarak var olan, ancak zamanla bölünerek yok olmuş elementlerdir. Ancak bu radyoaktif ve zararlı elementler yakıtın % 5'inden azında bulunur (yakıtın geri kalanı tahmin edileceği gibi uranyumdur). Bu noktada akla gelen ilk çözüm zararlı kısmın ana yakıttan ayrıştırılmasıdır. Ancak bu ayrıştırma işlemi ile yakıtın % 1'ini oluşturan plütonyum da ayrıştırılabileceğinden ABD başta olmak üzere bazı ülkeler bunu bir güvenlik tehlikesi olarak yorumlamış ve işlemi yasaklamıştır. 59 nükleer reaktör ile elektrik gereksiniminin % 75'ten fazlasını nükleer enerji ile sağlayan Fransa'da bu işlem yasak değildir. Yakıtın yeniden işlenmesinin yasak olmadığı Fransa'nın tarihi boyunca kullandığı bütün nükleer atık bir basketbol sahasına sığacak boyuttadır.

Buna karşın yeniden işlemenin yasak olduğu ülkelerde nükleer atığın miktarı hayli fazladır. Özellikle ABD'de, hükümetin çok yüksek atık saklama standartlarıyla başa çıkamayan şirketler çözümü atıklarını reaktörde saklamaya devam etmekte bulmuşlardır.

İlk bakışta bu çözüm geçici bir çözüm olarak görünse de, bu eylem "sorunu görmezden gel-



mek" değildir. Atıklarda bulunan zararlı maddelerin (plütonyum dışında) ortalama yarı ömrü 30 yıldır. Dolayısıyla 300 sene sonra atığın radyoaktivitesi baştaki radyoaktivitesinin binde birine düşer. Bu süre sonunda bu maddeler insan ve doğa için sağlık riski oluşturmaz.

Ancak yakıtta bulunan plütonyumun yarı ömrü 24.600 yıldır. Dünya'nın oluşumunda bolca bu-



lunmuş olsa da, günümüzde doğadaki plütonyum miktarı yok denecek kadar azalmıştır. Dolayısıyla plütonyum, atıkta bulunan diğer maddelerin aksine daha uzun ömürlü olduğu için nükleer atıklar tartışmasında dikkate alınmalıdır. Plütonyumun taşıdığı sağlık riski yalnızca bu madde vücuda alındığında veya maddeye çok yakın olunduğunda (herhangi bir risk olması için 5 cm'den yakın olunmalıdır) ortaya çıkar. Evinizdeki bir rafta kilolarca plütonyum ile yaşayabilirsiniz; plütonyum yemeklerinize, havaya ve temas ettiğiniz eşyalarınıza karışmadığı sürece size bir zararı olmaz.

Nükleer atıklarda plütonyuma benzeyen başka izotoplar da bulunur ancak plütonyum için yapılan tartışma bu izotoplar için de geçerlidir. Dolayısıyla, nükleer atık sorunu esasında bu atıkların 500 sene kadar saklanması sorunudur, çünkü bu süre daha dolmadan ortada bir sorun kalmayacaktır.

Nükleer atıkların saklanması için ülkeler farklı çözümler bulmaktadır. Bu alanda ülkelerin sıkı politikalarını yansıtacak en iyi örneklerden biri atıkların taşınmasında kullanılan nükleer atık tanklarıdır. Bu tanklar, nükleer enerji kurumunun standartlarına uygun olmalı ve her biri bu kurum tarafından onaylanmalıdır. Bir nükleer atık tankı 100 metre yükseklikten beton sertliğindeki bir zemine düşme, yarım saat boyunca 80.000 derece celsius ateşte yanma ve 8 saat boyunca sualtında kalma testlerinin hepsini, ardı ardına geçmelidir.

Sandia Ulusal Laboratuvarı'ndaki mühendisler tarafından günümüzde kullanılan bir tank buna benzer bir sınava sokulmuştur. Saatte 130 km hızla giden bir trenin üzerine konulan tank, bulunduğu tren düz duvara çarptıktan sonra çevresindeki bütün kurşunu eritmeye yetecek olan bir ateşe maruz bırakılmış, daha sonra 600 metre yükseklikten beton sertliğinde zemine bırakılmıştır. Tank yere saatte 380km hızla vurup 1,5 metre gömülmüş olsa da üzerindeki boyaya gelen hasardan başka bir zarar görmemiştir.

Nükleer atık konusunun bu kadar gündemde olmasının sebebi teknolojik değil diplomatiktir. Birçok çözüm olsa da, çözümlerin uygulanması devletlerin izni ile gerçekleşecektir. Atıklar göz önüne alındığında, nükleer reaktörler alternatifleriyle kıyaslanmalıdır. Ortalama bir kömür reaktörü 1 yılda çevreye

1000 ton sülfür dioksit
5000 ton nitrojen oksitler
1400 ton sera gazı parçacığı
7.000.000 ton karbon dioksit
1.000.000 tona kadar da kül salar.

Buna kıyasla bir nükleer reaktör doğaya 0 gram sülfür dioksit, 0 gram nitrojen oksitler, 0 gram sera gazı parçacığı, 0 gram karbon dioksit ve 0 gram kül salar. Nükleer reaktörlerin bacalarından çıkan duman su buharıdır ve zararlı hiçbir madde içermez.

Nükleer güvenlik

Nükleer enerji akla geldiğinde en çok korkulan risklerden biri de nükleer sızıntıdır. Bir reaktörden yayılan ve reaktörün sebep olduğu radyasyon miktarına nükleer sızıntı denir. Çoğu insan radyasyonun yalnızca insan yapımı cihazlar ve yapılardan salındığını düşünse de, her saniye başka birçok kaynaktan radyasyona maruz kalmaktayız. Topraktan ve gökyüzünden vücudumuza her an küçümsenemeyecek kadar çok radyasyon gelir. Doğadan gelen bu radyasyona çevre radyasyonu denir. Dünya çapında bir ortalama verilse de, çevre radyasyonu bölgeden bölgeye normalin 200 kat kadar üstünde olabilir. Örneğin ABD'de Colorado'da yaşayan bir insan, Bulgaristan'da yaşayan bir insanın hayatı boyunca maruz kaldığı toplam radyasyonun iki katına, her sene maruz kalmaktadır. Başka bir örnek vermek gerekirse, yediğimiz her yemekte her zaman bir miktar radyoaktif potasyum bulunur. Ortalama bir yetişkinin vücudunda her saat yaklaşık 18 milyon potasyum atomu parçalanarak radyasyon yaymaktadır. Ortalama bir reaktör de, tabii ki az da olsa bir miktar radyasyon yayar. Ancak bu miktar çevre radyasyonundan 300 kat daha azdır. İnanması güç olsa da, nükleer reaktörler çevremizdeki en radyoaktif yapılar değildir: Ortalama bir kömür santrali, bir nükleer santrale göre 100 kat daha fazla radyasyon yayar.

Halkı korkutan başka bir şey de bir nükleer santralin atom bombası gibi patlayacağı korkusudur. Ancak bir nükleer santralin, yakıtının yapısından dolayı, nükleer bir silah gibi patlaması fiziksel olarak imkânsızdır. Nükleer bir patlama için kullanılan yakıtın en az % 20 oranında zenginleştirilmiş olması (% 20 oranında U-235'e sahip olması) gerekir, aksi takdirde gereken zincirleme tepkime açığa çıkmaz. Savaşlarda kullanılan ve savaş için yapılmış nükleer silahların zenginlik oranı en az % 80'dir. % 20 yeterli olsa da, etkili bir patlama yaratmak için yeterli olamaz. Nükleer santrallerde bu zenginleştirmenin yapılması reaktörde bulunan araçlarla mümkün değildir. Kısaca, bir nükleer santralin patlaması için zenginliğinin en az % 20 olması gerekirken, dünyadaki en zengin yakıtla çalışan reaktörün yakıt zenginliği yalnızca % 5'tir. Kötü niyetli insanlar reaktörün kontrolünü ele geçirse bile, isteseler de bir nükleer reaktörü patlatamazlar.

Bunların dışında nükleer reaktörlerde onlarca güvenlik sistemi bulunur. Buna bir örnek kontrol çubuklarıdır. Reaktörlerde, yakıt çubuklarındaki fisyonu durdurmak için kullanılan kontrol çubukları bulunur. Bu kontrol çubukları içi boş silindir şeklindedir ve yakıt çubuğunu saracak şekilde tasarlanmıştır. Yakıta geçirildiğinde bu kontrol çubukları yakıttaki fisyonu tamamen durdurur. Günümüzde kontrol çubukları yakıtın üzerinde elektrikli mıknatıslarla duracak şekilde yerleştirilir. Bu mıknatıslar elektriklerini santralin kendisinden alır, dolayısıyla santralin elektrik üretiminde bir arıza olursa bu çubuklar doğal olarak kendi kendilerine yakıtın üzerine düşerek santrali durdurur.

Çekirdekteki tepkimenin hızının kontrolsüzce artmasının önlenmesi için reaktörler "pasif güvenlik" adı verilen sistem ile tasarlanır. Bu sistem sayesinde reaktör çekirdeğinin ısısı arttıkça tepkimenin hızı yavaşlar. Dolayısıyla bir reaktör insan gözetiminde olmasa da pasif güvenlik ile normal işletim sürecinde asla aşırı ısınamaz.

Reaktörlerde kullanılan başka bir güvenlik sistemi de kalın dış çekirdeklerdir. Ana dış çekirdek 15 cm kalın metal üzerine sertleştirilmiş betondan yapılır. İkincil çekirdek ise bu ana çekirdeği kaplayacak şekilde yapılır. Ana çekirdeğin içerisindeki basınç yüksek olsa da ikincil çekirdekteki basınç atmosfer basıncından az olacak şekilde inşa edilir. Dolayısıyla ana çekirdekte *ve* ikincil çekirdekte bir sızıntı olsa bile, binanın basıncı dış basınçtan daha düşük olduğu için hava sadece içeri sızar, dışarı sızmaz. Kaza yapan Çernobil reaktöründe bahsedilen bu güvenlik sistemlerinin hiçbiri yoktu. Kontrol çubuklarının ucundaki madde hatalı bir şekilde tepkimeyi bir süreliğine hızlandırmaya sebep olacak şekilde tasarlanmıştı, pasif güvenlik yoktu (çekirdek ısındıkça tepkimenin hızı artıyor, çekirdeğin daha da ısınmasına sebep oluyordu) ve reaktörün koruyucu dış çekirdeği yoktu.

Dünya çapında nükleer enerji

Dünya 2009 yılında enerji ihtiyacının % 14'ünü nükleer enerji ile karşıladı. 2011 yılı itibarı ile 47 ülke nükleer enerji üretmekte veya üretmeye başla-

mak üzere. Bununla beraber Mart 2011 itibarı ile dünyada üretimde olan 62, tasarı aşamasında olan 158 ve yakın gelecekte yapılması önerilen 324 nükleer reaktör var. Bu sayılardan da anlaşılacağı gibi nükleer enerji dünya çapında çok önemli yere sahip bir teknoloji.



Nükleer enerjiye karşı görüşler

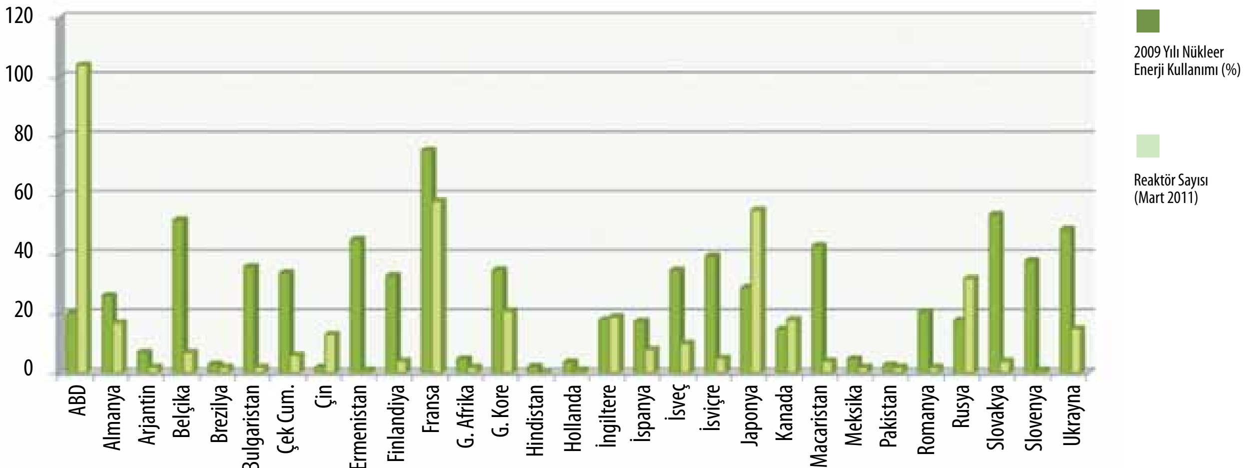
Nükleer enerjinin çevresel ve ekonomik yükünü öne sürerek nükleer enerjiye karşı çıkan kişilerin ve organizasyonların savlarından biri, reaktörlerin yapımı için gereken çok yüksek sermayedir. Nükleer reaktör yapan bir şirket, eğer reaktörde bir arıza çıkarsa batma riskiyle karşı karşıya kalır. Santralde yaşanan bir kaza sonucunda (çevreye hiçbir zarar gelmese de) reaktörün çekirdeğinde bir hasar oluşmuşsa şirketin bu kazadan sağ çıkması hayli zordur. Bu gerçek nükleer reaktör yatırımı yapacak şirketler için ciddi bir olumsuzluk oluştursa da, toplum için iyi haberdir. Batma riskini göze almak istemeyen şirketler doğal olarak güvenlik önlemlerine ve doğru işletime önem verir.

Ekonomik zorlukların dışında geçmişte yaşanan nükleer kazalar toplumda sağlık ve güvenlik kaygılarının ve korkunun artmasına sebep olsa da, geçmişten bugüne nükleer santrallerin sebep olduğu kanıtlanmış ölüm sayısının 50'den az olması nükleer teknoloji karşıtları tarafından kullanıldığı gibi yandaşları tarafından da kullanılır. Unutmayın ki Çernobil kazasından sonra bile Çernobil bölgesinde ve komşu ülkelerde kanserden ölüm oranlarında bir artma görülmemiştir. (Bu konu ile detaylı bilgileri *International Atomic Energy Agency* (IAEA), *World Health Organization* (WHO) ve *United Nations Development Programme* (UNDP) tarafından 2005'te ortak hazırlanan raporda okuyabilirsiniz: www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl)

İnsanların nükleer enerjiye cephe almasının bir diğer sebebi nükleer atıklar konusundaki belirsiz politikalardır. Atıkların ne yapılacağı teknik bir sorun olmaktan ziyade politik bir sorun olduğu için, nükleer enerji karşıtları gibi yandaşları da bu tutumu protesto etmektedir. Her teknolojinin doğal olarak zayıf yanları olduğu için, nükleer enerjiyi yargılamak bu sektörün gelişmesinde önemli yer sahibidir. Nükleer enerji sektörü iletişim ve bilgi paylaşımı yönünden örneğin silah, uçak, bilgisayar sektörlerine kıyasla daha gelişmiştir, dolayısıyla bu alanda araştırma ve geliştirme çok hızlı ilerlemektedir.

Japonya'da yaşanan kaza

Bildiğiniz gibi geçtiğimiz haftalarda Japonya'da yaşanan depremin ardından bölgede bulunan nükleer reaktörler kapatıldı ve erime tehlikesi altına girdi. Ne yazık ki bölgede ne olduğunu kısa zamanda öğrenmek yalnızca bizler için değil, reaktörde



görevli personel için de hayli güçtür. Buna karşın, reaktörde ciddi bir kaza olursa, kazanın ne olduğu bilinmese de bir kaza olduğu, çevrede yapılacak radyasyon ölçümleri ile dakikalar içinde öğrenilebilir. Basında gündeme gelen konu ile ilgili haberler *olmuş* bir kaza korkusunu değil *olabilecek* bir kaza korkusunu yansıtmaktadır.

Kaza hakkında şuana kadar bildiğimiz gerçekler ise şunlardır:

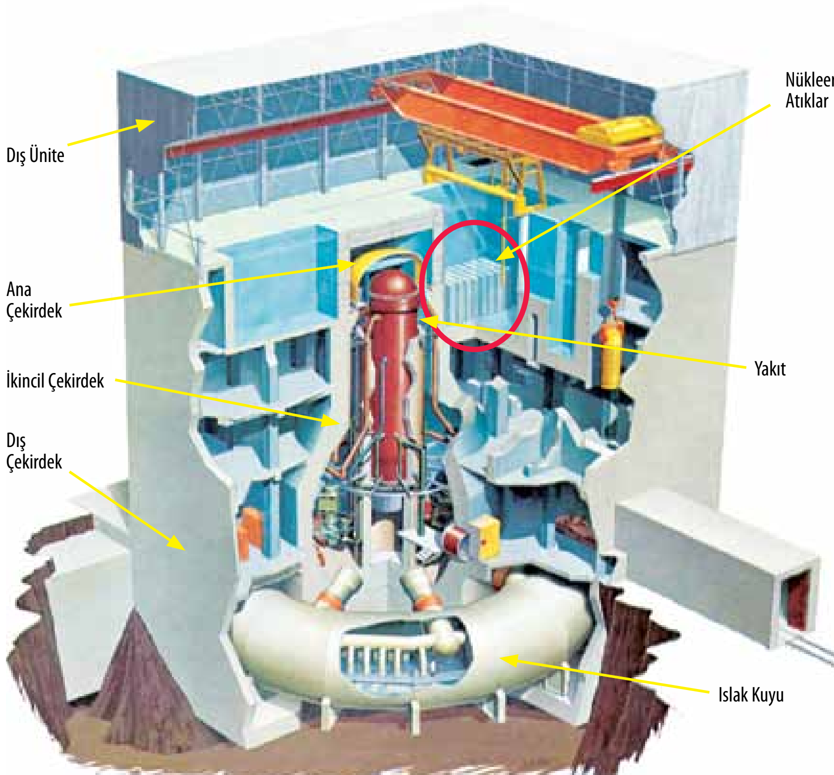
1971-1978 yılları arasında yapılan ve yakın zamanda kapatılması planlanan Japon Fukuşima reaktörü, deprem hissedildiği an, insan onayı beklemeksizin kontrol çubuklarının yakıta indirilmesiyle anında % 100 kapalı duruma getirilmiş. Bu işlemden sonra reaktörde bulunan dizel jeneratörler devreye girerek fisyonu durdurulmuş olan çekirdeğin içinde bulunduğu suyu çeviren su pompalarına güç vermeye başlamış. Fisyon durmuş olsa da çekirdekte bulunan radyoaktif maddelerin ısı vermesi devam eder, dolayısıyla soğutulmalıdır. Verilen grafikte çekirdeğin zamanla nasıl soğuduğunu görebilirsiniz (grafikteki farklı çizgiler iki farklı reaktörü gösteriyor).

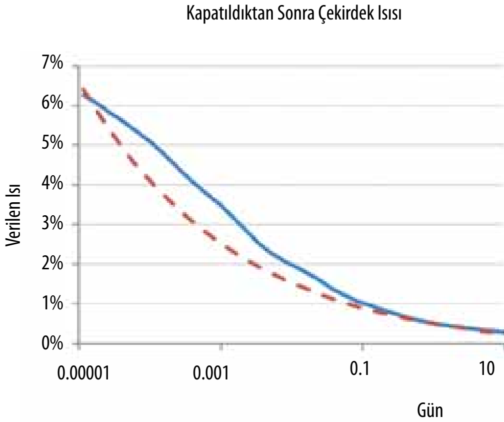
Şu ana kadar elimizde olan bilgilere göre reaktörü tsunami vurana kadar olağan dışı bir durum ile karşılaşıldığını düşünmemize sebep olacak bir veri yoktur. 100 seneyi aşkın zamandır bölgede tsunami yaşamamış olan Japon tasarımcılar, reaktör tasarımını 6,5 metre yüksekliğe kadar dalgalara dayanıklı olacak şekilde tasarlamış. 6,5 metreden hayli büyük olan tsunami dalgası reaktöre vurduğunda büyük olasılıkla reaktördeki elektrik sistemlerini devre dışı bırakmış ve (suya dayanıklı olması gerektiği halde) jeneratörün de durmasına sebep olmuş. Bu reaktörler bu tür durumlara günümüz reaktörlerinden çok daha dayanıksızdır. Dolayısıyla reaktörlerde yaşanan temel sorun elektrik tesisatı, bu sorunun yaşanmasına sebep olan temel nedense deprem değil tsunamidir.



Reaktörün tasarımından dolayı, reaktör kendi haline bırakıldığında doğal bir su döngüsü olmaz ve dolayısıyla çekirdekten ısı uzaklaşmaz. Hiç ısı alınmadığı taktirde yakıt aşırı ısınarak çekirdeği eritebilir, ardından ikincil çekirdeği de delerek toprağa karışabilir (hiçbir şey yapılmasa da bunun olacağı kesin değildir). Yeni bir pompa gelene kadar büyük olasılıkla yakıtın bulunduğu ana çekirdeğin içerisindeki su kaynamaya başlamış ve dolayısıyla su seviyesi düşmüştür. Su seviyesinin yakıtın bir kısmını açıkta bırakacak seviyeye inmesi kesinlikle istenmeyen bir durumdur. Büyük olasılıkla Japonya'da da bu durum bir süreliğine meydana gelmiş, sudan çıkan yakıtın kaplamasındaki zirkonyum ortamda bulunan su buharıyla etkileşime girerek zirkonyum oksit oluşumuna ve hidrojen salımına neden olmuştur. Yanıcı bir gaz olan hidrojen aynı zamanda havadan daha hafif olduğu için reaktör içerisinde yükselmiş ve dış ünitede birikmeye başlamıştır. Biriken bu hidrojenin miktarı zamanla artmış ve en sonunda dış ünitenin patlamasına neden olmuştur. Ancak unutulmaması gereken dış ünitenin esasında tam olarak bu tür bir patlama için tasarlanmış olduğudur. Olası bir hidrojen birikmesine karşı patlamanın gücünü içeri değil dışarı yönlendirmek için çekirdeklere kıyasla dayanık-

Japon Fukuşima Reaktörü





sız ve kolayca parçalanacak panellerin birleştirilmesiyle yapılmış dış ünite, bir patlama olduğunda reaktörü korur. Gerçekte de Japon Fukuşima reaktörünün dış ünitesinin tam olarak bu sebepten patladığının aksini gösteren bir bilgi henüz yoktur.

Dolayısıyla yaşanan patlamalar korkulması gereken, tamamen beklenmedik olaylar değildir. Bu patlamalar sırasında, su seviyesi ve ısı problemini çözmek için Japon yöneticiler reaktörün içini deniz suyu ile doldurmaya karar vermiştir. Ana çekirdeğin içi (yakıtın bulunduğu çekirdek) olağan işletimde bile çok yüksek basınç altında çalışır, suyun ısınması ve basıncın artması çekirdeğin içine daha çok su doldurulmasını hayli zorlaştırır. Bu işlem için özel pompalar gerekir ve ana çekirdeğin içine su doldurulması bu yüzden (yakında bu tür pompalar bulundurulmadığından) zaman almıştır. Ancak gözlemcilerin anladığı kadarıyla Japon yönetimi, ek güvenlik olarak olağan işletimde radyasyon emici gazlar bulunduran ikincil çekirdeği de su ile doldurma kararına varmıştır. Şemada küçük görünse de, bu çekirdek hayli büyüktür ve doldurmak için çok fazla su gerekebilir. Bazı gözlemcilerin pompalanan bu kadar deniz suyunun nereye gittiği yönündeki korkularını bu hacim açıklar.

İkincil çekirdeğe doldurulan su, yakıtın ısısını dışarıdan emmek dışında çok önemli başka bir görev de üstlenebilir. Suya çarpan erimiş yakıt şiddetli bir tepkimeye girerek "dağılır". Bu dağılım erimiş yakıtın ikincil çekirdeğin tabanına küçük bir alanda değil, hayli geniş bir alanda temas edeceği anlamına gelir. Bu şekilde ikincil çekirdeğin kalın tabanının delinmesi ve yakıtın reaktörden çıkması imkânsız denecek kadar zor olur.

Bölgede ölçülen ani radyasyon artışının ve sonra aynı şekilde ani inişinin sebebi yakıtın suyun dışına çıkmış olması olabilir. Radyasyon sızıntısı olduğunda, korkulan temel madde iyottur. Radyoaktif halde olan bu element insan vücuduna girdiğinde hayli zararlı olabilir. İnsan vücudu tiroit bezinde iyot biriktirmeye çok eğilimlidir. Dolayısıyla bu tür bir tehlikede, bölgede bulunan insanlara iyot tabletleri verilerek tiroit bezlerinin iyotla dolması sağlanır, böylece radyoaktif iyot ile yüzleşen insanlar bünyelerinde daha fazla iyot biriktiremedikleri için radyoaktif iyottan, dolayısıyla radyasyondan korunmuş olur. Nükleer bir kazanın etkilerinin uzak bölgelere yayılma yolu iyot, sezyum ve ksenon gazlarıdır. Havaya karışan bu gazların etkisi doğal olarak olay yerinden uzaklaştıkça ve zaman geçtikçe hızla azalır.

Japonya'da yaşananlardan sonra ne olacak?

Japon reaktöründe yaşanan arıza, çekirdekteki suyun devri-daimi devam ettirilerek önlenebilirdi. Bu gibi durumlarda pompa kullanmadan doğal olarak su döngüsü olan reaktörlere "pasif döngü" sistemine sahip reaktörler denir. Günümüzde bu pasif döngüye sahip reaktörler tasarlanmakta olsa da, ne yazık ki Japon reaktörlerinde bu sistem yoktu.

Japonya arızasından sonra, ülkeler nükleer enerji programlarına tekrar bakmaya başlamış durumda. Almanya bazı reaktörlerinin işletim lisanslarını yenilememe, İsviçre reaktör siparişlerini askıya alma kararı alırken ABD durum çözüldükten sonra nükleer politikasını gözden geçireceğini açıkladı. Bu kararlar nükleer enerji alanında bir gerileme değil ilerlemedir. Nükleer enerji mühendislerinin uzun zamandır önerdiği ancak zorunlu standartlar arasına alınmayan pasif döngü sistemi ve "koruma tepsisi" (koruma tepsisi, reaktörün zeminine yerleştirilen çok kalın bir beton tabandır, yakıt eriyip bütün çekirdekleri geçse de bu "tepsi"den geçemeyecektir) teknolojileri günümüz gelişmelerinden sonra reaktörlerde zorunlu hale getirilerek reaktörlerin daha da güvenli hale gelmesi sağlanabilir.



Cem Bağdatlıoğlu 2009'da İstanbul Amerikan Robert Lisesi'nden mezun oldu. Şu anda ABD'de de University of Illinois Urbana-Champaign'de Nükleer Plazma ve Radyolojik Mühendislik Bölümü'nde eğitim görüyor. Çalışmalarını yenilenebilir enerjiler, güç, güvenlik ve çevre konularında yoğunlaştıran Bağdatlıoğlu'nun Stanford Üniversitesi *People to People Student Leader Programme*'den "Üstün Akademik Başarı" ödülü bulunmaktadır. Yazar 2011 yılında Amerikan Nükleer Enerji Derneği'nin bursu ile ödüllendirilmiştir.

Kaynaklar

Carbon, Max W. "Nuclear Power: Villain or Victim?" 1997

Ghiassi-nejad, M; Mortazavi, SMJ; Cameron, JR; Niroomand-rad, A; Karam, PA; "Very High Background Radiation Areas of Ramsar, Iran: Preliminary Biological Studies" *Health Physics*, 82(1): 87-93, 200; Ocak, 2002

Herbst, Alan M.; Hopley, George W.. "Nuclear Energy Now" 2007

Kaku, Michio; Trainer, Jennifer. "Nuclear Power: Both Sides" 1983

Mortazavi, S. M. J., Ikuhima T, Mozdarani H and Sharafi AA. Radiation Hormesis and Adaptive Responses Induced by Low Doses of Ionizing Radiation. Journal of Kerman University of Medical Sciences, Vol. 6, No. 1, 50-60, 1999.

http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=ancient-nuclear-reactor

http://www.stanford.edu/group/efmh/winds/global_winds.html

http://www.nei.org/resourcesandstats/documentlibrary/reliableandaffordableenergy/graphicsandcharts/uselectricityproductioncostsandcomponents/

http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html

http://www.msnbc.msn.com/id/5174391/ Deadly power plants? Study fuels debate

Nükleer Santraller ve Güvenlik

Bir nükleer santral işletimi sırasında çevreye hemen hemen hiçbir zararlı madde salmazken, meydana gelebilecek bir kazada çevresine çok büyük zarar verme potansiyeline sahip. Bir nükleer santral kazasının etkisi, geleneksel enerji santrallerinde meydana gelebilecek bir kazanın etkisiyle karşılaştırılamayacak ölçüde büyük. Bu nedenle nükleer enerji santrallerinde güvenlik ve güvenilirlik öncelikli bir konu. Sayıları az da olsa yaşanan kazaların sonucunda ve toplumun nükleer enerjiye tepkisel yaklaşımının da etkisiyle nükleer santrallerdeki güvenlik önlemleri gündemde geniş bir yer tutuyor.

Dünyanın giderek artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için göze alınan riskler de giderek artıyor. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ne kadar güvenliyse, bu kaynaklardan elde edilen enerjinin yoğunluğu da bir o kadar düşük. Günümüzün başlıca enerji kaynağı olan ve kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin yoğunluğu yüksek olsa da bunlar yenilenebilir kaynaklar değil ve çevreye verdikleri zarar çok büyük. Bu kaynakların kullanımı sırasında ortaya çıkan atıkların, uzun dönemde çevreye zarar verme potansiyeli çok yüksek. Görece temiz enerji sağladığı düşünülen hidroelektrik santrallerse tüm dünyada başlıca enerji kaynaklarından biri, ancak onlar da çevreye ve ekosisteme verdikleri zararlar nedeniyle eleştiriliyor.

Günümüzde bu enerji kaynaklarına en güçlü alternatif nükleer enerji olarak görülüyor. Bu nedenle tüm risklerine ve tüm karşıt görüşlere karşın nükleer enerjiden vazgeçilmesi mümkün görünmüyor. Bunun yerine, bu kaynaktan en verimli ve en güvenli şekilde nasıl yararlanılabileceği üzerine çok kapsamlı araştırmalar yürütülüyor.

Tarihe bakacak olursak, nükleer enerji kaynaklı kazaların sayısı çok az. Hem toplum sağlığı açısından hem de mali açıdan düşününce risk çok büyük olduğu için, mühendisler bu santrallerin tasarımını yaparken bir kazaya yol açabilecek her türlü etkeni öngörmek durumunda. Geçmişte yaşanan kaza sayısı az olmakla birlikte, yeni santraller tasarlanırken bu kazalardan önemli dersler çıkarılıyor.

Kötü Örnek: Çernobil

Tarihteki en büyük nükleer santral kazası olan Çernobil nükleer santralinde yaşanan kaza, güvenlik önlemlerinin ne kadar önemli olduğunu tüm dünyaya gösterdi. Uzmanlar, Çernobil'de yaşananların bir nükleer reaktörde olabilecek en kötü kaza olduğunu belirtiyor. Kazaya yol açan olaylar ve reaktör tasarımı göz önünde bulundurulduğunda, bu olaydan önemli dersler çıkarılıyor. Çernobil kazası, özellikle güvenlik ve güvenilirlikle ilgili neler yapılmaması gerektiği konusunda bizi aydınlatıyor. O nedenle nükleer santral güvenliği konusuna girmeden önce bu kazanın nasıl olduğuna kısaca değinmekte yarar var.

Çernobil'deki kaza bir deney sırasında oldu. Deneyin amacı sorunlu olduğu bilinen soğutma sisteminin yedek ünitelerinin gerektiği gibi çalışıp çalışmayacağını görmekti. Santraldeki reaktörlerden her biri 1600 yakıt kanalı içeriyordu ve sağlıklı bir soğutmanın gerçekleşebilmesi için bu kanalların her birinden saatte 28 ton su geçmesi gerekiyordu. Bu suyu sağlayan pompaların elektriği kesildiğinde gerekli gücü sağlayacağı düşünülen üç dizel jeneratör 15 saniye içinde devreye giriyor ancak yeterli güce ulaşmaları bir dakikadan uzun sürüyordu. Soğutma suyunun devretmeyeceği bu bir dakikalık süreyse kabul edilebilir değildi. Bu aslında bir tasarım hatasıydı. Söz konusu deney, bu hatayı telafi edecek bir çözümle ilgiliydi. Dış elektrik kaynağı devre dışı kaldığında, santralin elektrik üreten türbinlerinin hareket enerjisi ve buhar basıncıyla bir dakika boyunca pompaların çalışmasına

yetecek kadar elektrik üretebileceği düşünülüyordu. Bu da dizel jeneratörler devreye girene kadar su pompalarını çalıştırmaya yetecekti. Aslında deney daha önce de iki kez tekrarlanmış ve başarısız olmuştu.

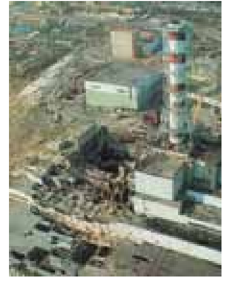
Reaktör çalışanları deneyi reaktörün bakıma alındığı döneme denk getirmeyi uygun gördü. Böylece deney yüzünden elektrik üretiminde kesinti olmayacaktı. Ne var ki deneyin gerçekleşebilmesi için reaktörün tam güce yakın bir performansla çalışması gerekiyordu. Bakım için kapatılmış reaktörü hızlandırma çabaları ve deneyin gerçekleşebilmesi için diğer güvenlik sistemlerinin devre dışı bırakılması sonucunda reaktör kontrol dışında hızlandı. Çok kısa süre içinde, deneyden yaklaşık bir dakika sonra, bir patlama meydana geldi. Bunun ardından, aşırı ısınan reaktörün tepkimeleri kontrol etmede kullanılan grafit içeren kalbi, kısmen de olsa yanmaya başladı. Grafitin kazanın oluşumunda rolü olmasa da yüksek sıcaklıkta saldığı karbon monoksit yanabilir bir gaz olduğundan durum daha da kötüleşti.

Çernobil kazasında reaktör kabının basıncın etkisiyle patlamasıyla radyoaktif yakıtın önemli bir bölümü reaktörün dışına, çevreye yayıldı ve yangının da etkisiyle atmosferin yükseklerine (yaklaşık 18 km) taşınarak Rusya ve Avrupa başta olmak üzere geniş bir alana yayıldı.

Bu güne kadar reaktör kalbinin eridiği 10 kadar kaza meydana geldi. Bunların ikisinin, Çernobil'deki ve Three Mile Island'daki (Üç Mil Adası) kazaların dışındakilerin çoğu, askeri reaktörlerde ve deneme reaktörlerinde oldu ve genelde küçük çaplı kazalardı.

Geçtiğimiz ay, Japonya'daki depremin ardından Fukushima Dai-ichi'de (Fukuşima 1 numaralı santral) yaşanan olayın Çernobil'e dönme olasılığının bulunmadığı ifade ediliyor. Çünkü santralin tasarımı, kullandığı yakıtın özelliği ve güvenlik önlemleri çok daha farklı. Yine de bir doğal afetin nükleer bir kazaya yol açması, güvenlik önlemleri alınırken risklerin doğru değerlendirilemediğini gösteriyor. Japonlar kriz yönetimi konusunda çok başarılı olmasa, kazanın daha kötü sonuçlar doğurması mümkündü. Bu kaza, reaktörlerin yanı sıra onlarla aynı odada bulunan atık yakıt havuzlarının da büyük risk oluşturduğunu gösterdi. Fukushima Dai-ichi'deki 4 numaralı reaktörün atık havuzundaki atık yakıtın zincirleme tepkimeye girerek atmosfere radyoaktif parçacıklar saçması olasılık dahilinde.

Nükleer enerji uzmanlarına göre Çernobil kazası bu güne kadar yaşanmış en kötü kaza ve bundan sonra böyle bir kaza yaşanması pek olası değil. Özellikle günümüzde faaliyette olan çoğu santral ve kurulmakta olan santraller, olası kazaların etkilerini reaktör bi-



Çernobil'de yaşananlar bir nükleer reaktörde olabilecek en kötü kaza. Kazaya yol açan olaylar ve reaktör tasarımı göz önünde bulundurulduğunda bu olaydan önemli dersler çıkartılıyor. Çernobil kazası özellikle güvenlik ve güvenilirlikle ilgili nelerin yapılmaması konusunda bizi aydınlatıyor. Çernobil kazası sonrasında reaktörle dış ortamı ayıran sağlam bir fiziksel engel olmadığından radyoaktif yakıtın neredeyse tamamı çevreye yayıldı.
Yukarıda: Kazanın hemen sonrasında 4 no'lu reaktörün bulunduğu binadan geriye kalanlar görünüyor.
Aşağıda: Günümüzde kazanın gerçekleştiği reaktör binası kalın betonla örtülmüş durumda.

nası içinde hapsedecek şekilde tasarlanmış durumda. Bu yine de kaza sırasında hiç bir radyoaktif serpinti olmayacağı anlamını taşımıyor.

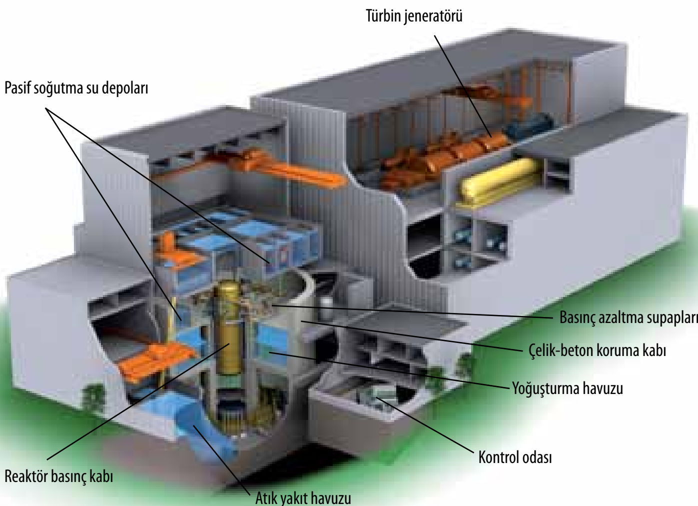
Fukushima Dai-ichi'den çıkarılacak dersler mutlaka olacaktır. Henüz içeride neler olup bittiği yetkililerce bile tam olarak anlaşılamamış durumda. Nükleer santral kazalarında, kazaların nedenlerinin anlaşılması için yapılan incelemeler uçak kazalarında olduğu gibi uzun sürüyor. Ancak, 1970'lerde yapılan bu tip reaktörlerin eksiklikleri zaten büyük ölçüde biliniyor, sonraki dönemlerde yapılan ve tasarlanan reaktörlerde bu eksiklikler büyük ölçüde giderildi.

Yeni Kuşak Reaktörler ve Güvenlik

Yeni kuşak reaktörler bir kaza sırasında çevreleri için önemli bir tehdit oluşturmayacak şekilde tasarlanmış olsalar da, reaktörde meydana gelecek bir hasar çok ciddi maddi kayıplara yol açar. Çünkü bir santralin her bir ünitesinin maliyeti 2-2,5 milyar doları bulur ve bir kaza santralin tümüyle kapatılmasını gerektirebilir.

Gerek toplum sağlığı bakımından gerekse maddi yönden barındırdığı riskler düşünüldüğünde, nükleer güvenlik kurallarını belirleyen yetkili kurulların yanı sıra üreticiler de riske atamayacakları yatırımlarını korumak için güvenlik önlemlerini ön planda tutuyor. ABD'deki Nükleer Düzenleme Komisyonu'nun (NRC) güvenlik kurallarına göre, işletmede olan nükleer reaktörlerin kalplerinin hasar görme olasılığının, 10.000 çalışma yılında 1'den az olması gerekiyor. Çoğu işleticinin uyguladığı güvenlik önlemleri çerçevesinde kaza riski hali hazırda 100.000 çalışma yılında 1'den az. Güncel tasarımlar 1.000.000 çalışma yılında 1'den azı, üzerlerinde çalışılan dördüncü nesil tasarımlarsa 10.000.000 yılda 1'den azı hedefliyor.

General Electric / Hitachi'nin dünyanın en gelişmiş nükleer reaktörü olarak tanıttığı ESBWR kaynar su reaktörlü nükleer enerji santrali tasarımı. Reaktörü çevreleyen odalarda bulunan suyun bir bölümü yerçekimiyle, bir bölümü de pompalarla reaktöre akarak onu bir süre soğutuyor. Reaktörün içindeki buhar basıncının artmasını önlemek için su buharı yoğuşturma havuzunda yoğuşturuluyor. Bu önlemlere karşın basınç fazla yükselirse basınç azaltma süpapları tıpkı bir düdüklü tencerede olduğu gibi buharı dışarı vererek basıncı dengeliyor.



Nükleer santrallerde en temel acil güvenlik önlemlerinden biri, kontrol çubuklarının yakıt çubuklarının arasına indirilmesiyle tepkime hızının düşürülmesidir. Bu, reaktörün kapatılması anlamına gelse de reaktör belli düzeyde ısı üretmeye devam eder ve bunun sonucunda reaktörün sıcaklığı kısa süre içinde reaktörün erimesine yol açacak düzeye çıkabilir. Bu nedenle reaktörü soğutan sistemin her koşulda kesintisiz çalışmasını sağlamak birinci önceliktir.

Fukushima Dai-ichi örneğinde görüldüğü gibi, bir reaktörde meydana gelebilecek kaza sonucunda dışarıdan müdahale çok zordur. Sistem görece kapalı bir sistem olduğundan ve yüksek radyasyon salımı söz konusu olabileceğinden, insan müdahalesi bir faciayı önlemede yetersiz kalabilir.

Yeni nesil santrallerde güvenlikle ilgili öne çıkan en önemli kriterlerden biri pasif güvenlik sistemleri. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) Nükleer Enerji Ajansı'nın 2010 yılı raporuna göre, günümüzün üçüncü nesil reaktörlerinde bir kaza olması durumunda radyoaktif maddelerin çevreye saçılma olasılığı birinci nesil reaktörlerdekinin 1600'de 1'i kadar. Bu, eski reaktörlerin hali hazırda çok büyük risk taşıdığı anlamına gelmiyor, çünkü bu reaktörler de işletme ömürleri süresince güvenlik açısından geliştiriliyor. Günümüzde güvenlik önlemlerinin maliyeti, bir nükleer santralin toplam maliyetinin yaklaşık dörtte birini oluşturuyor.

Nükleer enerjide güvenlik çok yönlü olarak ele alınıyor. Her şeyden önce tasarımın ve kurulumun en üst kalitede olması gerekli. Güvenliğin temel prensipleri şöyle özetlenebilir: Ekipmanın kendisinden ya da insan hatalarından kaynaklanabilecek her türlü etkiyi soruna dönüşmeden giderebilmek, hataları izleyecek ve bildirecek mekanizmaları kurmak, herhangi bir kaza durumunda yakıtı koruyarak radyoaktif sızıntıya engel olacak çeşitli sistemleri bulundurmak, ciddi bir kalp hasarı durumunda bunun etkilerini santralin dışına çıkmayacak şekilde engellemek.

Kazaya hazırlık önlemleri, radyoaktif maddeyi içeren reaktör kalbi ile santralin dışı arasına konulan fiziksel engellerden ve yedekleriyle birlikte çeşitli güvenlik sistemlerinden oluşuyor. Bu sistemlerin de insan müdahalesine olabildiğince gerek duymayacak şekilde tasarlanması gerekiyor.

Tipik bir santralde yakıtla santralin çevresi arasında birçok fiziksel engel vardır. Öncelikle yakıt katı seramik topaklar halinde, yakıt çubuğu olarak adlandırılan zirkonyum alaşımı tüplerin içinde tutulur. Yakıt "yanarken" bu tüplerin bütünlüğü bozulmaz ve tepkimeler sırasında ortaya çıkan radyoak-

tif yan ürünler büyük ölçüde bu tüplerin içinde kalır. Yakıt çubukları duvar kalınlığı 30 cm'yi bulabilen, yüksek basınçlı bir çelik kabın içinde yer alır. En dıştaysa duvarları en az 1 metre kalınlıkta, güçlendirilmiş bir beton koruma kabuğu bulunur. Yakıt normal koşullar altında akışkan olmadığı için bu engeller ancak bir kaza durumunda işlevseldir.

Fiziksel engellerin durumu sürekli olarak kontrol edilir. Reaktörün içinde dolaşan soğutma suyunun radyoaktivitesi sürekli izlenerek yakıtın durumu kontrol edilir. Yüksek basınçlı soğutma suyunda bir kaçak olup olmadığı izlenir.

Fiziksel engeller dışında, bir nükleer reaktörde kontrol altında tutulması gereken üç temel şey nükleer tepkime hızı, yakıtın sıcaklığı ve radyoaktif maddelerin reaktör içinde kalıp kalmadığıdır. Geleneksel reaktör güvenlik sistemleri çoğunlukla "aktif sistemler"dir. Aktif sistemlerin kaza durumunda devreye girmesi için elektrikli ya da mekanik bileşenlere gereksinim duyulur. Bu sistemlerde aslında basınç azaltma supapları gibi pasif güvenlik önlemleri de bulunur. Ancak bu sistemler diğer sistemlerle birlikte çalışmadıklarında yani tek başlarına yetersiz kalırlar. Tam pasif güvenlik sistemleriyse mekanik ya da elektrikli sistemlere değil, ısı iletimi, kütleçekimi ya da yüksek sıcaklıklara dayanıklılık gibi fiziksel olgulara dayanır. Yeni kuşak santraller aktif güvenlik sistemlerinin yanı sıra pasif güvenlik sistemlerini yedek olarak bulundurur.

Reaktörlerde zincirleme tepkimelere yol açan nötronların soğurulması için kontrol çubukları kullanılır. Bunun yanı sıra bazı güvenlik unsurları maddenin doğasından kaynaklanır. Örneğin sıcaklık belli bir düzeyin üzerine çıkınca tepkimelerin verimliliği düşer. Bazı yeni reaktör tiplerinde güvenlik önlemi olarak bu özellikten yararlanılır. Yine, sıcaklık





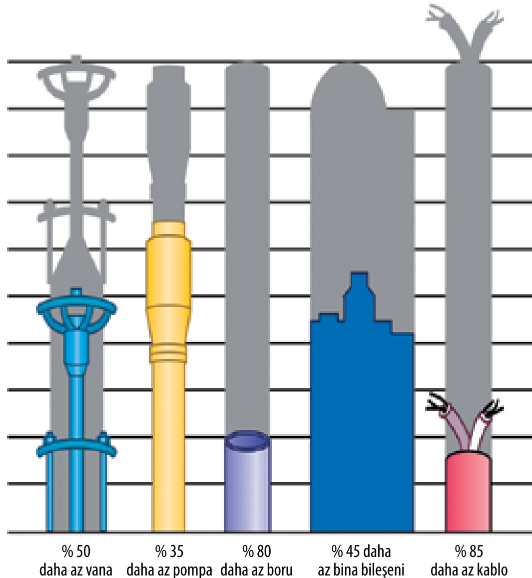
Tipik bir santralde yakıtla santralin çevresi arasında birçok fiziksel engel bulunur. Reaktörü çevreleyen çelik beton kapların yanı sıra, yakıtın kendisi de dışarı taşmasını engelleyecek şekilde katı seramik topaklar (yukarıda) halinde, yakıt çubuğu olarak adlandırılan zirkonyum alaşımı tüplerin (solda) içinde tutulur. Soğutmada herhangi bir sorun olmazsa yakıt "yanarken" bu tüplerin bütünlüğü bozulmaz ve tepkimeler sırasında ortaya çıkan radyoaktif yan ürünler büyük ölçüde bu tüplerin içinde kalır.

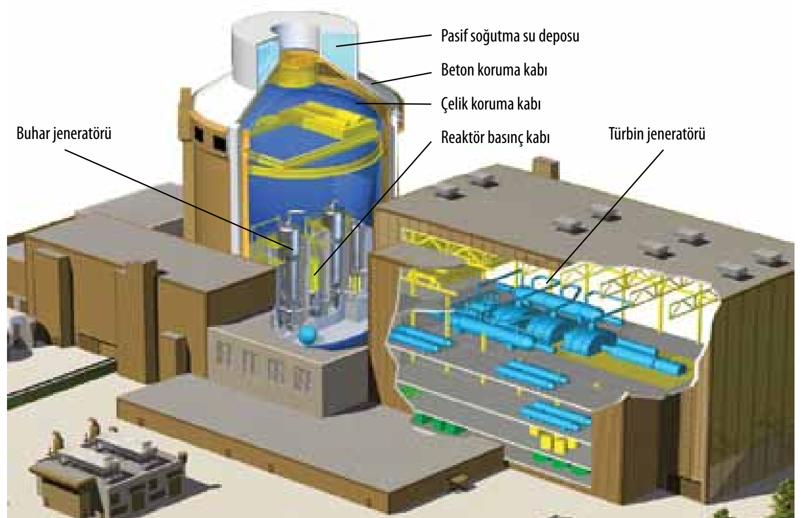
yükseldiğinde reaktör kalbinde su kabarcıkları oluşur ve bu da zincirleme tepkimeleri sağlayan nötronları dizginleyerek tepkime hızını düşürür.

Günümüzde, nükleer enerji santrallerinde kullanılan teknoloji ortalama yirmi yıl öncesinin teknolojisi. Kırk yıl önce kurulan ve çalışmakta olan santrallerin sayısı da az değil. Özellikle 1970'lerin başlarında yapılmış olan santraller çoğunlukla aktif soğutma sistemlerine sahip, yani elektriğe bağımlı. Daha sonra yapılmış olan santrallerse ek güvenlik önlemlerine karşın özellikle soğutmada yine ağırlıklı olarak aktif sistemlere bağımlı. Güncel tasarımlardaysa acil bir durumda yerçekiminden yararlanarak reaktörü soğutabilecek sistemler yer alıyor.

Westinghouse AP-1000 kaynar su reaktörlü nükleer enerji santrali tasarımı (aşağıda sağda).

Yeni nesil santrallerdeki güvenlik önlemleri arasında daha az parça kullanımı da önemseniyor. Bu grafikte AP-1000'in önceki kuşak reaktörlere göre parça oranı karşılaştırılıyor. (aşağıda solda)









Günümüzde nükleer atıklar önemli bir sorun. Yüksek radroaktiviteye sahip atıklar reaktörden çıktıktan sonra da uzun bir süre soğutulmaları gerektiğinden hemen paketlenip bir yere atılamıyor. Bunun yerine santralin içinde bulunan soğutma havuzlarında bekletiliyor. (yukarıda solda)

Düşük radyoaktiviteye sahip atıklarsa kurutulduktan sonra beton bloklar içine hapsedilip santral binasının yakınlarında depolanıyor. (yukarıda sağda)

Çakıl yataklı reaktörde yakıt yüksek sıcaklığa dayanıklı grafit içine hapsedilmiş uranyum ya da başka radyoaktif elementlerden oluşuyor.



Yeni tasarımlardan biri olan Westinghouse AP-1000'de reaktör odasının üzerinde özel bir su deposu var. Sistemin soğutmasında bir sorun olduğunda bu su reaktör bölgesine dolarak reaktörün soğutulmasını sağlıyor. Bu tasarım, bu ve sahip olduğu diğer pasif güvenlik önlemleriyle bir kaza sonrasında üç gün süresince hiçbir müdahale olmasa bile reaktörü koruyabiliyor. Bu reaktöre sahip iki santral Çin'de kurulma aşamasında. Reaktör tasarımı yapan başka şirketler de benzer güvenlik önlemlerine sahip tasarımlar geliştiriyor.

Güvenlik önlemleri arasında, olabildiğince az bileşen kullanımı da önem taşıyor. Tasarımcılar deprem gibi doğal afetlerden, yıpranmadan ya da terörist saldırılardan etkilenebilecek bina bileşenleri, borular, vanalar, kablolar, pompalar ve benzeri unsurları olabildiğince azaltma çabası içinde. Güncel tasarımlarda bu özellik en az diğer önlemler kadar öne çıkıyor.

Çoğu henüz tasarım aşamasında olan, bazısı da denenen ve su yerine sıvı metal gibi akışkanların kullanıldığı reaktörler de var. Bu reaktörlerin çoğu, bir kaza durumunda ısıyı konveksiyon yani ısıtaşınım yoluyla reaktörün dışına güvenli bir şekilde atabilecek yetenekte. Yine denemeleri yapılan çakıl yataklı reaktörde, yakıt yüksek sıcaklığa dayanıklı grafit içine hapsedilmiş uranyum ya da başka radyoaktif elementlerden oluşuyor. Reaktör sıvı yerine helyum, azot, karbon dioksit gibi tepkimeye girmeyen bir gazla soğutuluyor. Bu reaktörün en önemli özelliği yakıtın belli bir sıcaklıktan sonra nükleer tepkimeleri kendi kendine durdurması. Yani bu sistem karmaşık güvenlik önlemlerine gerek duymuyor. Çakıl yataklı reaktörün en önemli dezavantajı basınçlı su reaktörleriyle elde edilenin yaklaşık onda biri kadar enerji elde edebilmesi.

Yeni tasarımlar beraberinde bilinmeyenleri de getiriyor. Çoğu yeni tasarım, denenmiş tasarımlar üzerine inşa edilse de bir nükleer santralin karşı karşıya kalabileceği risklerin yol açabileceği hasarlar tam olarak öngörülemeyebiliyor. Japonya'da yaşanan olay bize bunu gösterdi. Beklenenden çok daha büyük bir deprem ve sonucunda da yine öngörülenden çok daha büyük bir tsunami meydana geldi.

Yeni tasarımlar pasif güvenlik sistemleriyle kuramsal olarak eski santrallere göre çok daha güvenli görünse de yeni tasarımların özellikle doğal afetler karşısında denenmemiş olması başka soru işaretlerine yol açıyor.

Yine Japonya'daki Fukushima Daiichi kazası, nükleer atıklarla ilgili bir gerçeği de gündeme taşıdı. Fukushima Daiichi'deki dört numaralı reaktörün yanındaki atık havuzundaki yakıt, erime riskiyle karşı karşıya kaldı. Dışarıdan su desteğiyle buradaki atık yakıtın suyun dışında kalmaması sağlanmaya çalışılıyor.

Günümüzde nükleer atıklar önemli bir sorun. Yüksek etkinliğe sahip atıklar reaktörden çıktıktan sonra da uzun bir süre soğutulmaları gerektiğinden paketlenip bir yere atılamıyor. Bunun yerine santralin içinde bulunan soğutma havuzlarında bekletiliyor ve çoğu reaktörün atık havuzu neredeyse tamamen dolmuş durumda.

Kaynaklar
Uluslararası Nükleer Enerji Birliği (IAEA) Raporları (http://www.world-nuclear.org/)
Altın, V., 4. Nesil Nükleer Santraller, *Yeni Ufuklara, Bilim ve Teknik*, Aralık 2007
Altın, V., Nükleer Enerji, *Yeni Ufuklara, Bilim ve Teknik*, Ağustos 2004
Lake, J.A., Bennett, R.G., Kotek, J.F., Next Generation Nuclear Power, *Scientific American*, Şubat 2009
http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=new-nuclear-designs-balance-safety-and-cost
http://www.nature.com/news/2011/110322/full/471417a.html

Zeynep Ünalan

Dr, Bilimsel Programlar Uzmanı,
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Çevresel radyasyon

Japonya'da korkulan radyoaktif çekirdekler

Sezyum-137, İyot-131 ve Radyoaktivite

Sezyum, çekirdeğinde 55 protonu olan bir element. Çekirdeğinde 55 protonu ve 78 nötronu olan 133 (55+78) atom ağırlığındaki sezyum atomuna, sezyum-133 izotopu deniliyor. Sezyum-133 kararlı, yani atom çekirdeğindeki proton ve nötron sayısı muhafaza ediliyor ve zaman içinde bozulmuyor. Buna karşın çekirdeğinde 55 protonu ve fazladan 4 nötronu daha olan yani 82 nötronlu sezyum-137 (55+82) izotopu, kararsız. Atom çekirdeği radyasyon yayıyor ve içeriği değişiyor, bir diğer değişle sezyum-137, sezyumun radyoaktif bir izotopu. Periyodik tabloda gördüğümüz birçok elementin, birden çok izotopu var ve bu izotoplardan bazıları kararlı, bazıları radyoaktif. Toplam sayıları 39 olan sezyum izotoplarından kararlı olan sadece sezyum-133. Doğada çeşitli minerallerde bulunan sezyum-133'ten yerkabuğunda kilogram başına 1,9 miligram var. Killi topraklarda bu oran yükselirken deniz suyunda 0,5 mikrograma kadar düşüyor. Dünya'da radyoaktif sezyum olmasının tek sebebi ise eskiden yapılan nükleer silah denemeleri ve nükleer kazalar. Neyse ki miktarı çoğu yerde 1 kilogram toprakta 0,3 nanogramı (bir gramın milyarda biri) geçmiyor. Nükleer reaktörlerde tehlikeli bir durum olduğunda korkulan elementlerin başında sezyum-137 geliyor. Çünkü nükleer reaktörlerde kullanılan uranyum ve plütonyum atomlarının her ikisi de nötron yakalayarak nükleer fisyona uğruyor, yan ürün olarak da sezyum-137 ortaya çıkıyor. Üstelik sezyum-137'nin yarılanma süresi 30 yıl. Yani eldeki sezyum-137 miktarının yarılanması için 30 yıl geçmesi gerekiyor. Elinizdeki bir kilo sezyum-137 30 yıl sonra 500 grama, bir 30 yıl daha sonra 250 grama düşüyor. On yarılanma süresi sonunda, yani 300 yıl sonra elinizde 2 gram kadar sezyum-137 kalıyor. Peki sezyum-137 nasıl yarılanıyor? Sezyum-137 önce beta, arkasından da gama ışıması yaparak baryum-137'ye dönüşüyor. Sezyum-137 çekirdeğindeki nötron protona dönüşüyor ve çekirdekten elektron (eksi elektrik yüklü) ve elektron tipi nötrino salınıyor. Bazı radyoaktif atomlarda ise proton nötrona dönüşüyor ve çekirdekten karşı-elektron (pozitron: elektron ile aynı kütlede, ancak artı elektrik yüklü parçacık) yayılıyor. Salınan elektron ya da karşı-elektrona beta ışıması deniyor. 55 protonlu sezyum çekirdeğindeki nötronlardan birinin protona dönüşmesi sonucu, 56 protonlu baryum elementi ortaya çıkıyor.

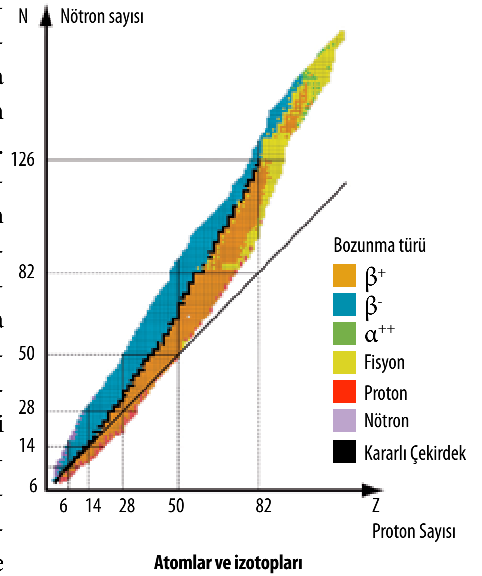
>>>

Japonya 11 Mart 2011'de II. Dünya Savaşı'nda yaşadığı Hiroşima ve Nagasaki faciasından sonraki en büyük felaketini yaşadı. Depremin ardından tsunamiyle birlikte gelen nükleer tehlike halen atlatılmış değil. Neyse ki Japonya'dan açıklanan radyasyon dozu değerleri, durumun 1986 Çernobil faciası ve sonrasında yaşananlara benzeyeceği korkusunu azalttı. Radyoaktif bir maddenin zaman içinde son atomuna kadar nasıl davranacağı çok iyi bilinse de nükleer bir tehlike durumunda aynı kesinlikle konuşmak mümkün değil. Peki bu kadar korkuya sebep olan radyoaktif elementler hangileri? Radyasyon sızıntısı Dünya'da nasıl ilerliyor? Japonya ne gibi önlemler alıyor? Hangi radyasyon dozu değerleri problem teşkil etmiyor? Günlük hayatta nerelerden, hangi dozda radyasyona maruz kalıyoruz?

"Lütfen dışarı çıkmayın. Evlerinizde kalın. Kapıları ve pencereleri sıkıca kapatın. Havalandırmayı açmayın. Çamaşırlarınızı evlerinizin içerisinde kurutun". Bunlar 14 Mart 2011'de Japonya hükümet sözcüsü Yukio Edano'nun Fukuşima çevre halkına yaptığı uyarılar. Bu uyarıların başlıca sebepleri Sezyum-137 ve İyot-131.

Elektronların atom çekirdeği etrafında belli yörüngelerde bulunması gibi, nötronlar ve protonlar da atom çekirdeğinde belli kuantum enerji seviyelerinde bulunuyor. Sezyumdan baryuma dönüşümlerin yarısından fazlasında, baryum çekirdeği yüksek enerjili bir kuantum seviyesinde bulunuyor ve düşük enerjili seviyeye inerken fazla enerjisini gama ışınımı olarak salıyor. Bazı zamanlarda ise enerji fazlası, çekirdeğin iç yörüngelerdeki elektronlarla etkileşip elektronlardan birinin yörünge dışına fırlatılmasıyla atılıyor. Gerek beta parçacığı gerek gama ışınımı, madde ile etkileşebildikleri ve elektronları yörüngelerinden koparıp atomu iyonlaştıracak kadar kuvvetli enerjiye sahip oldukları için iyonlaştırıcı radyasyon kategorisine giriyor. Beta ışınımının enerjisi birkaç yüz bin elektronVolt'tan (eV) birkaç milyon elektronVolt'a (MeV) kadar değişebiliyor. Çekirdekten hızla fırlatılan elektronlar olan beta parçacıkları, tamamen soğurulana kadar havada bir metre kadar, plastik ya da alüminyum gibi hafif metaller içinde ise birkaç milimetre yol alabiliyor. Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar olan gama ışınlarının enerji aralığı ise çok daha geniş. Birkaç bin eV'luk enerjiye sahip düşük enerjili olanlarını durdurmak için bir alüminyum folyo yeterli iken yüksek enerjili olanları durdurmak için çok daha ağır bir metal olan kurşundan birkaç santimetre kalınlığında bir duvar gerekiyor.

Günlük hayatta, televizyon ve radyo dalgalarından Güneş'ten gelen mor ötesi ışınlara kadar, çeşitli elektromanyetik ışınlara maruz kalıyoruz. Ancak görünür ışık dahil tüm bu ışınların enerjisi, atomlarımızdan elektron koparacak kadar yüksek enerjili olmadığından, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon türüne giriyor.

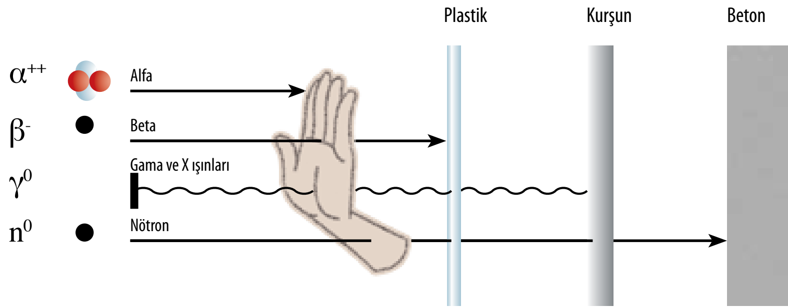


Atomlar ve izotopları

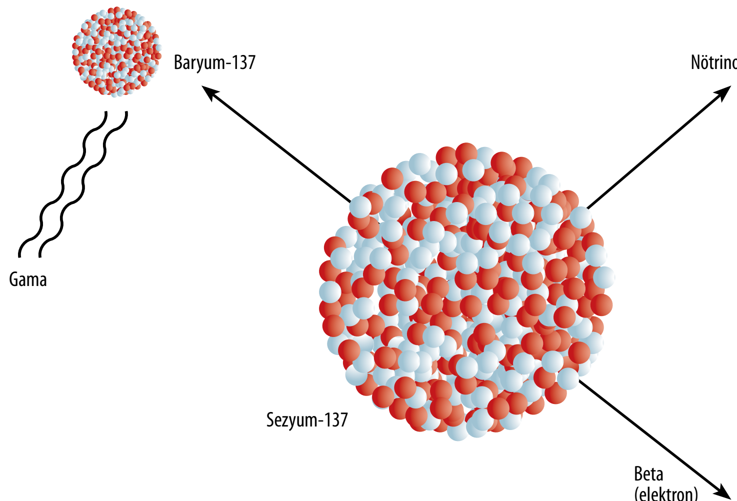
Diğer radyoaktif elementler gibi, bir insanın yüksek dozda sezyum-137'ye maruz kalması yanıklara, akut radyasyon sendromuna ve ölüme neden oluyor. Sezyum-137 sindirim ya da solunum yoluyla vücuda alınırsa genellikle kaslarda birikiyor, kemik ve yağ dokusunda da yerleşebiliyor. Baryuma dönüşümü sırasında ortaya çıkan beta ve gama ışınları bu dokular tarafından soğuruluyor ve kanser riski artıyor. Toprağa karışması durumunda ise -yarı ömrü 30 yıl olduğu için- yetişen ürünlerden otlaklardan otlayan çiftlik hayvanlarına kadar her şey etkileniyor.

Fukushima Dai-ichi' deki (Fukuşima 1 numaralı santral) patlamanın ardından yakıt çubukları ısınıp içinde bulundukları kaplamayla etkileşince ortaya çıkan sezyum-137 ve iyot-131, reaktör çevresindeki havada da tespit edildi. Neyse ki iyot-131'in yarı ömrü 8 gün ve iki ay gibi bir sürede çevre radyoaktif iyottan temizleniyor. Çernobil kazası sonucu sezyum-137'nin sağlık etkisi tam tespit edilemedi -belki de yeterli veri toplanamadığından- ancak iyot-131 kaynaklı tiroit kanseri vakaları biliniyor. İyot-131 beta parçacığı salarak ksenon-131'e dönüşüyor. İyot-131 sindirim ya da solu-

num yoluyla vücuda girince tiroit dokusunda yerleşiyor ve beta parçacıkları DNA'nın yapısını bozarak tiroit kanserine sebep oluyor. Çernobil kazası sonrası iyot-131 bulaşmış süt içen birçok çocukta tiroit kanseri tespit edilmiş. Radyasyona maruz kalınmasının ardından 24 saat içerisinde kararlı iyot izotopu vücuda alınırsa, vücut bu iyotu kullanıyor ve radyasyonlu izotopun emilimi engellenmiş oluyor. Vücut tarafından kullanılmayan iyot fazlası da vücuttan atılıyor. Bu önlem Çernobil sonrası uygulanmamış, ancak şimdilerde Japonya'da uygulanıyor.



Alfa parçacığı, nötron ve X-ışınları, beta parçacıkları ve gama ışını dışındaki diğer iyonlaştırıcı radyasyon türleri. İki proton ve iki nötrondan oluşan helyum çekirdeği olan alfa parçacıkları, proton numarası 82'den büyük izotopların radyoaktif bozunmasında ortaya çıkıyor. Alfa parçacıkları milyar elektronVolt (GeV) seviyesinde çok yüksek enerjiye sahip olsalar da bir nötrona veya beta parçacığına kıyasla çok daha büyük kütleli oldukları için havada ancak birkaç santim ilerleyebiliyor ya da bir kâğıtla durdurulabiliyor. Kısacası vücudu uygun giysilerle örtmek gibi basit yöntemlerle alfa ve beta parçacıklarından korunmak mümkün. Ancak bu parçacıkların vücut içine alınması durumunda etkilerinin önüne geçilemiyor. İyonize radyasyon türüne giren bir diğer parçacık da nötron. Nötronlar genellikle nükleer fisyon olayında, nükleer reaktörlerde atomların parçalanması sırasında ortaya çıkıyor. Serbest nötronlar hidrojen gibi hafif elementler tarafından durdurulabiliyor. Enerjisi yüz ile yüz bin eV arasında değişen X-ışınları da iyonlaştırıcı radyasyon, ancak diğerlerinden farklı olarak kaynağı atom çekirdeği değil. Elektronların vakum tüpü içerisinde elektrik alan uygulanarak hızlandırılmasıyla ya da elektronların büyük atom numaralı atom çekirdeklerinden saçılması sırasında elde ediliyor.



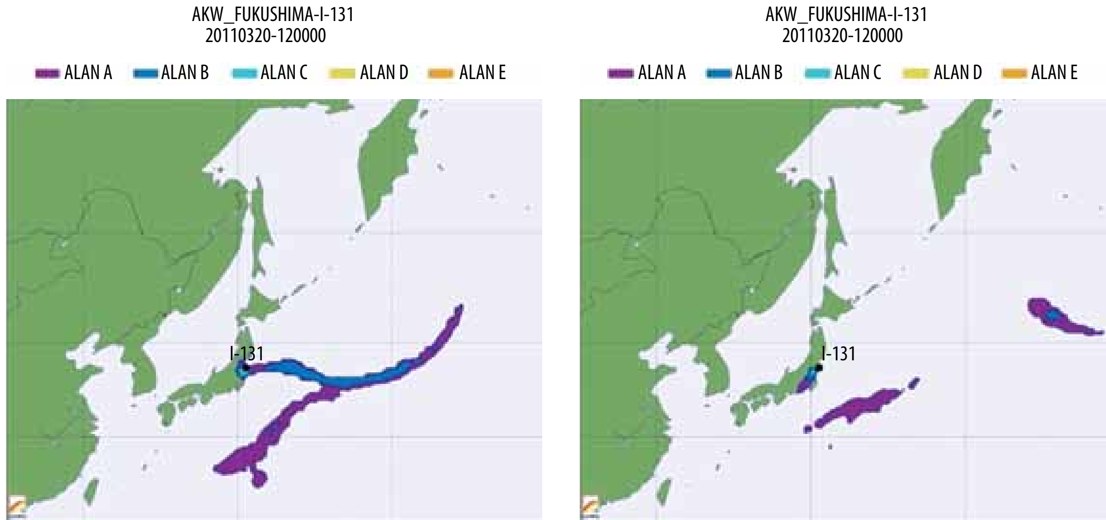
Alınan Radyasyon Dozu ve Japonya'daki Radyasyon Yayılımı

Bir malzeme tarafından soğurulan iyonlaştırıcı radyasyon dozunun ölçü birimi Gray. 1 Gray (Gy) 1 kilo maddede depolanan 1 joule'lük enerji olarak tanımlanıyor. Ancak Gray cinsinden verilen değer, alınan radyasyon dozunun biyolojik etkisini belirlemiyor. Her bir iyonlaştırıcı radyasyon türünün vücuda etkisi farklı. Soğurulan radyasyon miktarının biyolojik etkisini ortaya çıkarmak için, soğurulan doz o radyasyon türüne özgü bir katsayıyla çarpılıyor. Bulunan doz eşdeğerinin birimi Sievert (Sv). 1 Sievert oldukça büyük bir değer. Zira vücutlarına 1 Sievertlik radyasyon alan kişilerin bir kısmında baş dönmesi ve kusma başlıyor. 4 Sievert'te ölüm oranı % 50. 8 Sievert'te ise kurtulma şansı yok.

Alınan radyasyon söz konusu olduğunda radyasyonun miktarı kadar, hatta ondan da önemli olan nokta, bu miktarın hangi sürede alındığı. Bir yılda alınan 2 mSv'lik (miliSievert) radyasyonun vücudumuza hiçbir olumsuz etkisi yokken, aynı doz bir dakika içerisinde alınırsa insanı hasta edebiliyor. Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen yıllık etkin doz eşdeğeri 2,4 mSv. Japonya, nükleer reaktörlerde meydana gelen patlamalardan bu yana çevrede tespit edilen en yüksek doz eşdeğerini saatte 400 mSv olarak açıkladı. Bu doz nükleer reaktörlerde ve uranyum madenlerinde çalışan kişiler için Dünya Nükleer Birliği (World Nuclear Association, WNA) tarafından belirlenen yıllık limitten 20 kat fazla. Yine WNA raporlarına göre bir bölgede yılda en az 100 miliSievert'e maruz kalmak kansere sebep olabiliyor.

Çernobil felaketi sonrasında reaktöre 15 km mesafelik bir bölgede bulunan 24.000 kişi iki gün içinde tahliye ediliyor. Tahliye sonrası yapılan radyasyon ölçümleri, kişilerin ortalama 450 mSv radyasyon aldığını gösteriyor. Tabii kaza sırasında santralde bulunan 134 kişinin aldığı radyasyon bu miktarla

>>>



kıyaslanamayacak kadar yüksek. 800 ile 16.000 mSv arasında bir radyasyona maruz kalıyorlar, bu kişilerin 28'i akut radyasyon sendromu sonucu ilk üç ay içinde hayatını kaybediyor. Japonya hükümeti reaktördeki patlamanın ardından Fukuşima 1 numaralı santrale 20 km'lik mesafede oturan 200.000 kişiyi tahliye ederken en güvenli bölgenin 30 km'lik alan dışındaki bölgeler olduğunu duyurdu. 18 Mart 2011 itibariyle reaktöre yakın çevrede ölçülen en yüksek doz değeri saatte 100mSv olarak belirlendi. Bölgeden uzaklaştıkça radyasyon miktarı düştüğü ve rüzgâr radyasyonu Pasifik Okyanusu'na yönlendirdiği için 17 Mart itibariyle Tokyo'da belirlenen doz saatte 0,44 mSv.

Viyana'daki Meteoroloji ve Jeodinamik Merkez Enstitüsü belli aralıklarla Japonya'dan yayılan radyasyonun haritasını çıkarıyor. En son 20 Mayıs 2011 tarihli haritada, sızıntının en fazla olduğu 25x25 km^2'lik (haritada çok küçük olduğu için göremediğimiz) turuncu E bölgesinde doz eşdeğeri saatte 10mSv. Mor renkle belirtilen A bölgesinde ise saatte 0,4 µSv (mikroSievert).

Radon: Yerkabuğunda bulunan radon, alfa parçacıkları salan elementlere bozunuyor ve soluduğumuz havaya karışıyor. Bir çok volkanik kaya türü ve uranyum madenlerinden çıkan radon gazı, soluduğumuz havadaki radon miktarını artırıyor. Radon gazı yoluyla maruz kalınan radyasyon yılda 0,2 mSv ile 3 mSv arasında değişiyor. Bodrum katlarında ve havalandırılmayan kapalı mekânlarda radon gazı miktarı daha yüksek. Türkiye'de hava yoluyla aldığımız radyasyon miktarı şehirden şehre ufak değişiklikler gösterse de ortalama yılda 1 mSv civarında.

Nükleer tıp ve ilaçlar: Bilgisayar tomografisi, kanser tedavisinde kullanılan radyoterapi, plütonyum içeren kalp pili, diş hekimliğinde kullanılan bazı tıbbi malzemeler. Dünya'da insan başına tıbbi radyolojik cihazlar yoluyla alınan radyasyon miktarı 0,5 mSv olsa da bu değer radyoterapi görmüş bir kişi için 100 katına çıkabiliyor.

Binalar ve toprak: Toprak ve kayalarda Dünya'nın oluşumundan beri var olan radyoaktif izotoplardan ortalama yılda 0,3 mSv radyasyon alıyoruz. Türkiye'de topraktan alınan radyasyon dozu ise saatte 15 ile 80 nanoGray (1 Gray'in milyarda biri) arasında değişiyor. Tuğladan ve taştan yapılan evler tahta evlere göre daha fazla radyasyon içeriyor. Birleşmiş Milletler'in atomik radyasyonun etkileri üzerine çalışan bilimsel komitesinin (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR) 2008 yılı raporunda da yer alan bilgiye göre Türkiye'de bina dışında yapılan ölçümler topraktan alınan radyasyonun 15 ile 80 nanoGray arasında değiştiğini gösteriyor.

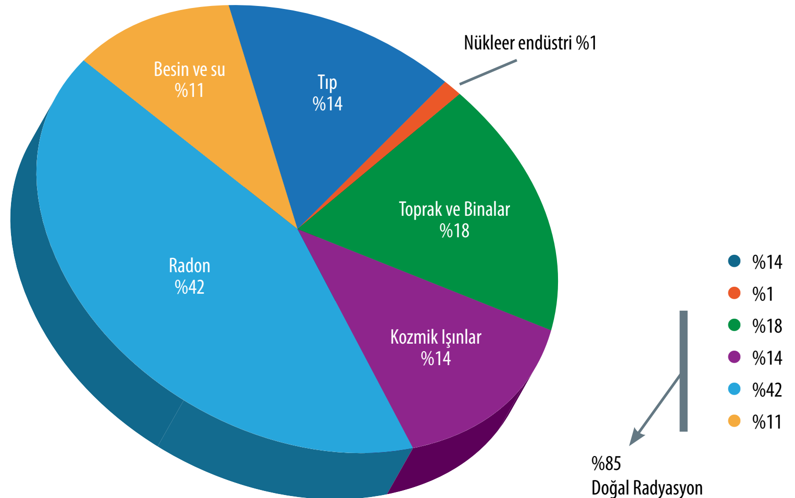
Kozmik: Kozmik radyasyon ile atmosfer dışından gelen ışınlar kast ediliyor. Bazı bilim adamları kozmik ışınların tanımını uzaydan gelen atom çekirdekleriyle sınırlıyor. Bu tanıma göre kozmik ışınların % 90'ını protonlar (hidrojen çekirdeği), % 9'unu alfa parçacıkları (helyum çekirdeği) ve % 1'ini diğer elementler oluşturuyor. Atmosfer dışından gelen, enerjisi en az X-ışınları kadar olan tüm elektromanyetik dalgaları kozmik ışın tanımına katanlar da var.

Deniz seviyesinde yaşayan bir insan için yılda 0,3 mSv olan radyasyon dozu rakım yükseldikçe değiştiğinden, en yüksek doz artışını uçak yolculuklarında yaşıyoruz. UNSCEAR'ın 2008 raporuna da girmiş bilgiye göre, ülkemizde kozmik ışın radyasyonunun dozu saatte 8,4 ile 35,6 nanoGray arasında değişiyor.

Besin ve su: Besinlerde bulunan radyoaktif çekirdeklerin başında potasyum-40 ve radyum-226 geliyor. Muzda 130, havuçta ve patateste 126, kırmızı ette 111 Becquerellik radyasyon var. Bir yıl içinde her gün bir muz yiyerek aldığımız radyoaktivite dozu 0,036 mSV.

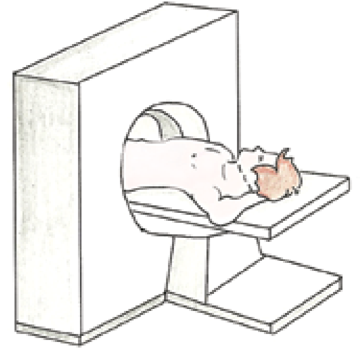
Radyasyon Kaynakları

Dünya Nükleer Birliği verilerine göre oluşturulmuştur

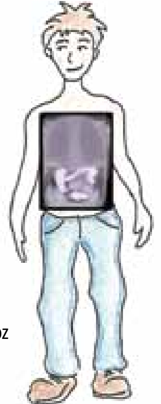




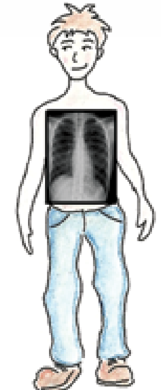
	250 mSv/yıl	Acil durumlarda izin verilen radyasyon dozu üst sınırı
	35 mSv/yıl	Brezilya'da, Sudan'da ve Hindistan'daki bazı bölgelerdeki (Kerela, Madras) doğal radyasyon dozu
Radyasyona maruz kalma riski olan işçiler için konulan radyasyon dozu aralığı (ülkeden ülkeye değişiyor)	20-50 mSv/yıl	
Günde 1,5 paket sigara içen bir insanın sigaranın içerdiği kurşun-210 ve polonyum-210 sebebiyle aldığı radyasyon dozu	13 mSv/yıl	
	7 mSv/sefer	Bilgisayarla göğüs tomografisi sırasında tek seferde alınan doz
Kozlu, Karadan, Üzülmez kömür ocaklarında işçilerin maruz kaldığı ortalama doz	4,9 mSv/yıl	
	4 mSv/gün	Fukuşima reaktörünün yakınında yaşayan bir kimsenin aldığı doz
Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen doğal radyasyon kaynaklı yıllık etkin doz	2,4 mSv/yıl	Doğal radyasyon dozu (Dünya ortalaması)
	0,5 mSv	Çernobil nedeniyle Türk halkının aldığı kişisel doz ortalaması
	0,6 mSv/sefer	Mide bağırsak röntgeni sırasında tek seferde alınan doz
17 Mart 2011 itibariyle Tokyo'da belirlenen doz	0,438 mSv/yıl	
İstanbul-New York gidiş-geliş uçak yolculuğunda alınan doz	0,1 mSv/sefer	
	0,05 mSv/sefer	Göğüs röntgeni sırasında tek seferde alınan doz
Basınçlı hafif su reaktörü çevresindeki radyasyon doz sınırı (Dünya'daki nükleer reaktörler çevresindeki radyasyon bu sınırın altında ~0,0002 mSv)	0,05 mSv/yıl	

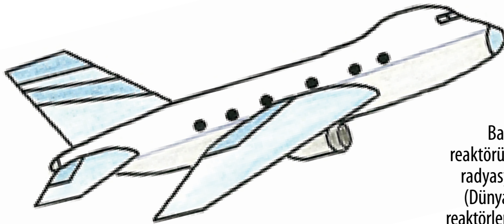


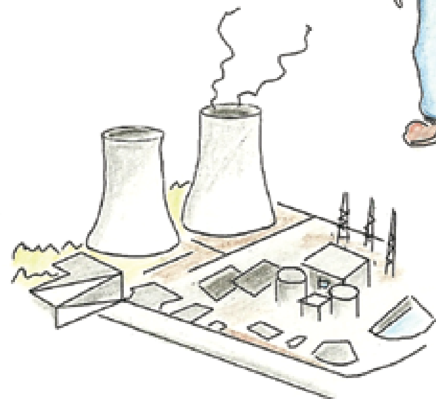












Çizimler: Emel Sungur Özen



Doğal Radyasyon Dünya Haritası

Doğa kaynaklı radyasyonun Dünya'da en yüksek olduğu yer İran'ın kuzeyinde bulunan Ramsar şehri. Bunun temel sebebi olarak bu bölgede bulunan radyum-226 izotopunun sıcak su kaynaklarıyla yeryüzüne taşınması ve radyumun -içinde çözünmüş oksijen oranı çok düşük olan-anoksit sularda çözünebilmesi gösteriliyor.

Havadaki radyasyonun Japonya'ya uzak ülkelere ulaşması ve bir risk oluşturması şimdilik söz konusu değil. Ancak örneğin Japonya'ya yakın Rusya ve Amerika'nın batı kıyılarında radyasyon miktarında artış hâlihazırda tespit edildi. Tabii endişe uyandıran ve ülkelerin önlem aldığı bir diğer husus da Japonya'dan ithal edilen tarım ve sanayi ürünleri. Ülkemizde de 11 Mart 2011'den itibaren ithal edilen tüm gıda ürünleri insan, hayvan ve bitki sağlığına yönelik kontrollerden ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun (TAEK) radyasyon güvenliği kontrollerinden geçiyor. Mart 2011 sonu itibariyle Japonya'da radyasyon dozu en yüksek iki gıda ürünü süt ve ıspanak. Japonya Tarım, Orman ve Balıkçılık Bakanlığı'nın açıklamasına göre Japonya dışarıya çok az süt ihraç ederken hemen hemen hiç ıspanak ihraç etmiyor.

Renssealaer Politeknik Enstitüsü'den sağlık fizikçisi Peter Caracappa Japonya'daki süt ve ıspanaktaki sezyum-137 ve iyot-131 seviyelerini incelemiş. Yiyeceklerdeki radyasyon genelde belli miktardaki malzemede bir saniyede bozunan radyoaktif çekirdek miktarı olan Becquerel cinsinden ifade ediliyor. Yani Becquerel, Sievert gibi radyasyonun biyolojik etkisini içermiyor. Japonya'nın İbaraki bölgesinde bir kilo ıspanakta 54.000 Becquerel seviyesinde iyot-131 kaynaklı radyasyon tespit edilmiş, ki bu yasal sınırların 27 kat üstünde. Ispanağın radyasyonlu gıda ürünleri listesinin başında yer almasının sebebi olarak da, geniş yapraklı olduğu için üzerinde çok toz birikmesi gösteriliyor. Caracappa bir kişinin ıspanaktan, nükleer reaktörde çalışan işçiler için belirlenen yıllık radyasyon dozu kadar radyasyon alması için, 19 kilo kadar ıspanak yemesi gerektiğini belirtiyor. 1 Sievertlik radyasyon alımı kanser riskini % 4 artırırken bu miktar 20 milyon bequerele karşılık geliyor. Bu da ancak yılda her gün bir kilo radyasyonlu ıspanak yiyerek oluşabilecek bir durum. Fukuşima bölgesindeki sütlerdeki radyasyon miktarı ise son açıklamaya göre normal sınırın 17 kat üstünde. Caracappa'nın hesaplarına göre, içilen sütün de kanser riskini % 4 artırması için bir kişinin toplam 58.000 su bardağı (200 mililitrelik) süt içmesi gerekiyor, ki her gün bir bardak süt içse bu 160 yıl sürüyor. Japon hükümeti radyasyonlu sütün az miktarda içilebileceğini açıklarken ıspanak yenmemesini öneriyor.

İçme suyuna gelince, şimdiye kadar Tokyo, Tokaimura ve Hitachi dahil olmak üzere bir çok şehirde yapılan ölçümlerde elde edilen en yüksek değer 200 Becquerel. Sınır doz değeri ise 1 yaş altı bebekler için 100, yetişkinler için 300 Becquerel.

Tabii tüm bu rakamlar aynı kalmıyor, zaman zaman yükselen değerler sızıntının durdurulması durumunda zamanla azalarak bir süre sonra normal değerlere dönebilir. Ümit edilen de bu. Aslında hepimiz günlük hayatımızda sudan, topraktan, besinlerden ve kozmik ışınlardan, kısaca doğadan radyasyon alıyoruz. Ancak doğal kaynaklı radyasyonun tamamı insanoğlu için sınır radyasyon dozu değerinin çok çok altında olduğu için endişe duymadan hayatımıza devam edebiliyoruz.

Kaynaklar

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu: http://www.taek.gov.tr
UNSCREAR 2008 Raporu: Sources and Effects of Ionizing radiation http://www.unscear.org/docs/reports/2008/0986753_Report_2008_Annex_B.pdf
Radiation Effects research foundation: http://www.rerf.jp/index_e.html
http://www.newscientist.com/special/japanquake
http://wap.npr.org/news/Health/134746912?page=1

Gökhan Özyiğit

Gözde Yazıcı

Radyasyon ve İnsan Sağlığı


IAEA

Bazı atomların çekirdekleri doğal veya yapay olarak stabil olmadığı için, fazla enerjilerini iyonlaştırıcı radyasyon şeklinde yayarak stabil hale gelmeye çalışırlar. İşte bu tür elementlere radyoaktif çekirdekli element adı verilir. Özellikle nükleer reaktörlerin gerek yakıt çubukları gerekse fizyon sonucu oluşan ürünleri, çeşitli yapay radyoaktif çekirdekler içermektedir. (radyoaktif iyot-131, radyoaktif sezyum-137 gibi). Tıpta da tanısal veya tedavi amaçlı birçok radyoaktif çekirdekli element kullanılmaktadır. Örneğin nötron bombardımanı sonucu elde edilen kobalt-60 harici radyoterapide, iridyum-192 brakiterapide, iyot-131 bazı tiroit kanserlerinin tedavisinde yaygın olarak kullanılan radyoaktif çekirdekli elementlerden bazılarıdır.

İyonlaştırıcı Radyasyon ve Radyoaktivite

Radyasyon, enerjinin bir ortamda elektromanyetik dalga veya parçacık halinde ilerlemesidir. Bu bağlamda radyo ve televizyon dalgaları, mikrodalgalar ve güneş ışığı da aslında günlük hayatımızın bir parçası olan radyasyon kaynaklarıdır. Ancak bazı radyasyon türleri atomun yapısının bozulmasına neden olabilecek enerji seviyesindedir. İşte bu tür radyasyona ***"iyonlaştırıcı radyasyon"*** adı verilir. Bu bağlamda X-ışınları ve gama ışınları elektromanyetik iyonlaştırıcı radyasyona, alfa, beta, nötron, proton, elektron ise parçacık iyonlaştırıcı radyasyona örnek olarak gösterilebilir. Buna karşılık güneş ışığı, radar dalgaları, kızılötesi ışınlar, mikrodalgalar ve cep telefonundan kaynaklanan radyasyonlar iyonlaştırıcı olmayan sınıfta yer alır ve atomun yapısını bozmaları söz konusu değildir. Çünkü enerjileri atomdan elektron koparmak için yeterli düzeyde değildir.


IAEA


IAEA

İyonlaştırıcı Radyasyon ve Çevre

Dünya'nın oluşumundan beri tüm canlılar doğal iyonlaştırıcı radyasyon ile iç içe yaşamaktadır. "***Çevresel radyasyon***" olarak adlandırılan bu durum tamamen doğaldır ve insanın bundan kaçınabilmesi mümkün değildir. Doğal radyasyonun başlıca iki kaynağı vardır: Kozmik radyasyon ve yerkabuğundaki doğal radyoaktif maddelerden kaynaklanan radyasyon. Özellikle yer kabuğundan kaynaklanan radyasyonun temel kaynağı radon gazıdır. Bunun dışında insanlar tıbbi amaçlı tanı ve tedavi yöntemlerinden, havaalanları ve alışveriş merkezlerinde bulunan X-ışını ile çalışan dedektörlerden de sürekli olarak iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalabilir.

Radyasyon dozları genellikle Sievert (Sv) adı verilen birimle ifade edilir (1 Sv = 1000 mSv = 1000000 µSv). Bulunduğu coğrafyaya da bağlı olmak üzere, bir insan yılda ortalama 2,4 mSv/yıl çevresel radyasyona, 0,6 mSv/yıl tıbbi amaçlı radyasyona ve 0,001 mSv/yıl diğer kaynaklara bağlı

iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalır. Hatta dünyanın bazı bölgelerinde bu yıllık dozlar dünya ortalamasının 200 katına çıkabilmektedir.

Çevresel dozun haricinde, radyasyonla çalışan kişiler için yıllık maksimum sınır 50 mSv/yıl (ardışık 5 yıl ortalaması 20 mSv/yıl değerini geçmemek kaydıyla), diğer insanlar için maksimum 5 mSv/yıl (ardışık 5 yıl ortalaması 1 mSv/yıl değerini geçmemek kaydıyla) olarak belirlenmiştir. Ancak temel prensip, çevresel radyasyon kaynakları dışındaki yapay radyasyona mümkünse hiç maruz kalmamaktır.

Radyasyon ve İnsan Sağlığı

Doğal sebeplerden kaynaklanan radyasyon ve tıbbi gerekliliklerden dolayı alınması gereken radyasyon dışında, insanların doğrudan iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalması kesinlikle önerilmez. Çünkü iyonlaştırıcı radyasyon atomun yapısını bozar ve zincirleme olarak DNA'yı ve hücre yapısını etkileyerek, kısa veya uzun dönemde insan sağlığına ciddi şekilde zararlı etkilere yol açar. İyonlaştırıcı radyasyonun fiziksel, yani atom düzeyindeki etkileri saniyealtı zaman biriminde, daha sonra meydana gelen kimyasal reaksiyonlar saniyeler içinde, hücresel etkileşimler saatler içinde, organ ve doku hasarı ise günler ve hatta yıllar içinde ortaya çıkar. Radyasyonun zararlı etkisinin temel nedeni, doğrudan veya dolaylı olarak hücre içindeki DNA'nın yapısının bozulmasından kaynaklanır. Yani radyasyon hücresel düzeyde genetik şifreye hasar verir ve dolayısı ile hücrenin tüm hayati fonksiyonları temelden etkilenebilir. Eğer iyonlaştırıcı radyasyonun DNA'ya verdiği bu hasar düzgün olarak tamir edilemez ise, kısa veya uzun dönemde ciddi sonuçlar doğurabilecek hastalıklar ortaya çıkabilir. İşte iyonlaştırıcı radyasyonun bu etkileri, akut (erken) dönem ve geç dönem olarak iki grupta incelenir.

Radyasyonun Akut Dönemde Sağlığımıza Etkileri

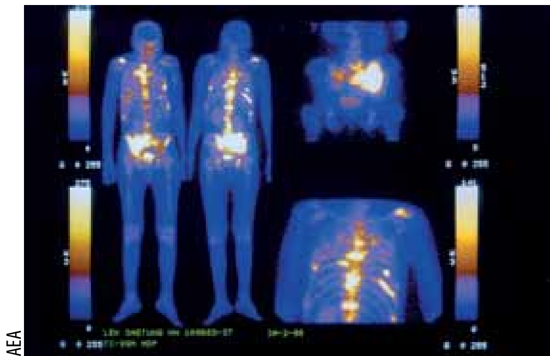
Radyasyonun akut (erken) dönemde sağlımız üzerindeki etkileri belirli doz eşiklerine bağlıdır, bu eşikler geçildiği zaman etkilerin görülme sıklığı ve şiddeti artar. Radyasyon yanıkları, ciltte kızarıklık, saç ve kıllarda dökülme bu etkilere örnek olarak gösterilebilir. Ancak tüm vücut dozunun özellikle 1 Sv (1000 mSv) üzerine çıkması durumunda akut radyasyon sendromları (ARS) adı verilen ve hayati tehlike oluşturan bir dizi hastalık tablosu oluşur.

Bulantı, kusma, iştahsızlık ve halsizlik gibi ön belirtiler ile başlayan ARS tablosunda, özellikle tüm vücut dozu 2 Sv'i (2000 mSv) geçtiğinde kemik iliği etkilenmesi başlar. Etkilenen ilk hücreler lenfositlerdir, iyonlaştırıcı radyasyon alımının ardından ilk 24-36 saat arasında sayıları hızla azalır. Bu durum kişinin bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol açar. Bu tabloda ölüm nedeni genellikle sekonder enfeksiyonlardır. Eritrosit ve trombositlerin etkilenmesi 30-60 gün sonra ortaya çıkar. Bu nedenle anemi ve kanamalara bağlı ölümler genellikle daha geç dönemde görülür. ARS olgularının % 50'sinde 30 gün içinde ölümle neticelenen tüm vücut doz eşiği 4-5 Sv'dir.



IAEA

İshal, kramp tarzı karın ağrıları sindirim sisteminin etkilendiğinin göstergesidir ve radyasyon dozunun 4 Sv (4000 mSv) üzerinde olabileceğini gösterir. Sindirim sistemi sendromunun özellikle bağırsakların yüzey mukozasının hasara uğramasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Radyasyona maruz kalındıktan sonraki ilk 7 gün içinde kendini belli eder ve ölümcül bir tablodur.



IAEA

İyot Tabletlerini Ne Zaman Kullanalım?
İyot tabletleri yetkili kurumlar tarafından bilgi verilmediği müddetçe kesinlikle kullanılmamalıdır. İyot tabletleri radyasyonun bir antidotu değildir. Çok ciddi yan etkileri vardır. Dış ışınlara (gama radyasyonu), radyasyonun diğer zararlı etkilerine ve diğer radyoaktif elementlere karşı hiçbir koruyucu etkisi yoktur. Benzer şekilde tiroit kanseri dışında diğer kanserlere karşı da hiçbir koruyucu etkisi yoktur. İyot tabletleri yerine iyot içeren iyotlu tuzlar da kesinlikle kullanılamaz. Çünkü önerilen iyodu tuzdan almak mümkün değildir. Bu dozlarda alınmaya çalışılacak iyotlu tuz ölümcüldür. Benzer şekilde dezenfektan maddelerde bulunan tentürdiyot gibi solüsyonlar da bu amaçla kesinlikle kullanılmamalıdır.



Tüm vücut dozunun 10 Sv (10000 mSv) üzerinde olduğu durumlar maalesef % 100 ölümcüldür. Santral sinir sisteminin etkilenmesine bağlı olarak şiddetli baş ağrısı, bulantı, kusma, dengesizlik, nöbet geçirme, bilinç kaybı ile kendini belli eden bu ARS tablosunda, ölüm genellikle ilk 24-36 saat içinde gerçekleşir.


IAEA

Şunu özellikle belirtmek gerekir ki, ARS adı verilen tablo tüm vücudun yüksek doz iyonlaştırıcı radyasyona maruz kaldığı (>1000 mSv) durumlarda ve nükleer reaktör kazaları sonrası reaktöre komşu ilk 30 km'lik sınır içinde görülen durumlardır. Bu nedenle reaktör kazalarında tahliye alanı olarak ilk aşamada 30 km'lik bir alan seçilir. Çernobil kazasında 30 km sınırının dışında hiçbir olguda ARS gözlenmemiştir. Bu kazada ARS gözlenen olguların tümü olaya yakından müdahale eden reaktör çalışanları ve yüksek doz radyasyona maruz kalan diğer personeldir. Dolayısı ile ARS genel toplumu değil reaktör personelini ve reaktörün yakın çevresindeki yüksek radyasyona maruz kalan insanları ilgilendiren bir durumdur.

Radyasyonun Geç Dönemde Sağlığımıza Etkileri

İyonlaştırıcı radyasyonun uzun dönemde insan sağlığına etkileri bütün toplumu ilgilendiren bir konudur. İyonlaştırıcı radyasyonun en önemli geç dönem etkisi kanser riskinin artmasıdır. Çevresel radyasyonun etkisi dışında maruz kalınan her 1 mSv dozun, 100.000 kişi içinde sadece 5 olguda ölümcül kansere yol açtığı tahmin edilmektedir. Aslında bu risk örneğin sigara gibi kanserojenlere kıyasla çok düşüktür. Bu nedenle 0,1 Sv (100 mSv) üzerinde doza maruz kalanların yakından izlenmesi, bu dozun aşağısında kalan popülasyona ise sadece risk hakkında bilgi verilmesi önerilmektedir.

Radyasyona bağlı kanserler, radyasyona maruz kalınmasının hemen sonrasında değil bir latent periyot (2-3 yıl) sonrasında ortaya çıkar. En sık görülen kanserler tiroit kanseri, lösemiler başta olmak üzere akciğer ve meme kanserleridir. Özellikle çocuklar ve gençler kanser oluşumu açısından radyasyona çok daha fazla hassastır. Bu kanserlerden korunmanın temel yolu radyasyona maruz kalmamaktır.

Radyasyon uzun dönemde kanser dışında özellikle hamile kadınların bebeklerinde de ciddi sağlık problemlerine yol açabilir. Hamileliğin ilk 3 ayı içinde yüksek doz radyasyona maruz kalmak genellikle fetüsün ölümüyle sonuçlanır. Daha sonraki dönemlerde ise gelişme, büyüme ve zekâ geriliğine neden olabilir.

Radyasyonun önemli bir diğer etkisi de hem erkek hem de kadın üreme hücrelerinde görülür. Özellikle bir seferde alınan 3,5 Sv üzeri dozlar kısırlığa yol açabilir. Bununla beraber iyonlaştırıcı radyasyonun genetik geçişli sağlık problemlerine yol açabileceği konusunda yeterli veri yoktur.

Kazalar Sonrası Oluşan Radyasyon

Kazalar sonrası doğaya saçılan radyoaktif maddelerin yaymış olduğu iyonlaştırıcı radyasyon, vücut içine dışarıdan ışınlama yoluyla (özellikle gama ışınları) veya dahili bulaşma yoluyla (su ve gıdalarla sindirim sistemine ve solunum yoluyla) alınır. Dışarıdan ışınlama radyoaktif maddeleri içeren bulutlardan doğrudan ışıma yoluyla veya deriye ve kıyafetlere bulaşan radyoaktif elementlerin ışıması yoluyla zarar verir. Buna karşılık havadaki radyoaktif elementler, doğrudan solunmaları veya radyoaktif kirlenmenin olduğu bölgedeki kirlenmiş toprak ve su yoluyla önce bitkilere ve hayvanlara sonra da bunları tüketen insanlara bulaşma yoluyla zarar verir.

Radyasyondan Nasıl Korunabiliriz?

Radyasyondan korunmanın 3 temel prensibi vardır: Mesafe, süre ve bariyer. Radyasyonun etkisi mesafenin karesi ile ters orantılı olarak azalır ve radyasyona maruz kalınan süre azaldıkça da etkisi azalır. Ayrıca araya konan koruyucu bariyerler de radyasyonun etkilerine karşı vücudumuzu korumada en etkili yöntemlerdir. Kaza sonrası reaktörün etrafında belli bir bölgenin tahliye edilmesi (***mesafenin*** artırılması), işçilerin vardiyalar ile kazaya müdahale etmesi (***süre***) ve evlerden dışarı çı-

kılmaması veya koruyucu maskelerin ve giysilerin giyilmesi (***bariyer***) bu prensiplere örnektir. Ancak özel giysiler ve maskeler de maalesef sadece parçacık radyasyona etkilidir ve radyoaktif elementlere karşı fiziki bir bariyer oluşturur. Bu tür bariyerlerin gama ışınlarına karşı koruyucu etkisi yoktur. Gama ışınlarından korunmanın tek yolu evlerin en iç bölümleri ve sığınaklardır.

Önem taşıyan diğer koruyucu önlemler su ve gıda güvenliği ile ilgilidir. Özellikle rüzgârlar ve yağmurlar aracılığıyla atmosferdeki radyoaktif maddeler toprağa ve yeraltı sularına karışır. Bu şekilde bitkilere ve hayvanlara geçen radyoaktif maddelerin süt ve sebzeler aracılığıyla bizlere geçmesi tehlikesi vardır. Ayrıca sular da benzer şekilde kirlenebilir ve içme sularımız da riskli hale gelebilir. Bunu önleyebilmek için kazanın olduğu bölgede hayvanlar kapalı ortamlara alınmalı ve radyoaktif maddelerin bulaşmamış olduğu tespit edilen yemlerle beslenmelidir. Gıdalar da sıkı radyasyon kontrolünden geçirilmeli ve izin verilen limitlerin üzerinde radyasyon içeren sebze ve meyvelerin tüketilmesi engellenmelidir. Gıdalarda en sık rastlanılan radyoaktif maddeler iyot-131 ve sezyum-137 elementleridir.

Sulara bulaşan radyoaktif elementlerin çeşitli filtrasyon veya saflaştırma işlemleri ile temizlenmesi mümkündür. Ancak suyu kaynatmanın radyasyonu azaltmaya hiçbir etkisi yoktur. Su tüketimi ile ilgili olarak, yetkili makamların uyarıları doğrultusunda hareket edilmelidir.

Yüksek Doz Radyasyona Maruz Kalanlar

Bu kişilerin öncelikle üzerlerindeki tüm kıyafetler (iç çamaşırları dahil) çıkarılmalı ve plastik bir torbaya koyularak güvenli ve kapalı bir ortama taşınmalıdır. Bu kıyafetler kesinlikle yakılmamalı, radyasyon güvenlik elemanlarına teslim edilmelidir. Daha sonra ılık su ve sabunla yıkanılarak vücuttaki radyoaktif maddeler temizlenmelidir. Maruz kalınan doza bağlı olarak alınacak diğer önlemler için mutlaka tıbbi yardım istenmelidir.

İyot Tabletleri Sadece Tiroit Kanserine Karşı Etkilidir

İlaçla korunulabilen, radyasyona bağlı tek kanser türü tiroit kanserleridir. Reaktör kazaları sonrasında atmosfere yoğun olarak saçılan radyoaktif iyot-131 izotopu, gıdalar veya solunumla vücuda girerse özellikle tiroit bezinde yoğun bir şekilde emilime uğrar. İyot-131 ilk aşamada beta ışıması ile tiroit hücrelerinde ölüme yol açarak tiroit fonksiyonlarını bozar ve hipotiroidiye yol açabilir. Ancak daha önemlisi, uzun dönemde tiroit kanseri riskini ciddi oranda artırır. İşte bu nedenle, iyot-131'e maruz kalınmadan 6 saat önce alınacak potasyum iyodür içeren özel iyot tabletleri doğrudan tiroit bezine gidecek ve bezleri bir anlamda doyuracaktır. Böylelikle daha sonra vücuda giren radyoaktif iyot-131 elementi tiroit bezlerinde tutunamayarak idrarla vücuttan atılacaktır. İyot tabletleri hamile ve emziren kadınlar tarafından da kullanılabilir.

Japonya Fukuşima Nükleer Santral Kazasının Türkiye'ye Etkisi Olabilir mi?

Aramızdaki mesafenin hayli uzun olması, atmosfer olayları ile ülkemize ulaşabilecek havadaki radyoaktif maddelerin iyice seyrelmesi sonucu, sağlığımızı erken veya geç dönemde olumsuz yönde etkileyebilecek radyasyon seviyelerinin Türkiye'de gözlenmesi açıkçası çok mümkün görünmüyor. Dolayısı ile Japonya'daki nükleer santral kazasından Türkiye'nin Çernobil kazasındakine benzer şekilde etkilenmesi çok olası görünmüyor. Bununla beraber ithalat yoluyla Japonya'dan gelecek gıda ve gıda dışı tüm ürünlerin radyoaktif kirlenmeye maruz kalıp kalmadığı denetlenmelidir. Ayrıca bu aşamada ülkemizde hiçbir şekilde koruyucu önlem olarak iyot tableti kullanılmamalıdır. İyot tabletleri sadece reaktör çevresinde yüksek doz I-131 elementine maruz kalan Japon halkında faydalı olabilir. Japonya'da bile yüksek radyasyon dozlarına maruz kalmamış çevrelerde yaşayan halkın iyot tabletleri almasına gerek yoktur.

Sonuç olarak ister iyonlaştırıcı olsun isterse olmasın, radyasyon Dünya'nın başlangıcından beri vardır ve hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır. Bununla beraber yapay iyonlaştırıcı radyasyon tıpta olduğu gibi uygun ve güvenli bir şekilde kullanıldığında hayat kurtarıcı rol oynamaktadır. Ancak nükleer savaş durumunda, bu müthiş gücün sadece insanlığın değil Dünya'nın da sonunu getirebileceği akıldan çıkarılmaması gereken bir gerçektir.

Kaynaklar
http://iaea.org
http://www.who.int
http://taek.gov.tr/sss.html



Doç. Dr. Gökhan Özyiğit, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'ni 1996'da bitirdi. Uzmanlık eğitimini HÜ Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda 2001'de tamamladı. Yine 2001'de ABD'de, Washington Üniversitesi Mallinckrodt Radyoloji Enstitüsü'nde ve ardından 2002'de ABD'de Houston'da Teksas Üniversitesi M.D. Anderson Kanser Merkezi'nde birer yıl süreyle yoğunluk ayarlı radyoterapi üzerinde klinik çalışmalar yaptı. 2004'te yardımcı doçent, 2006'da doçent oldu. Hacettepe Üniversitesi 2010 yılı Bilim Teşvik ödülü başta olmak üzere, çeşitli ulusal kongrelerde bildiri ve yayın teşvik ödülleri kazanmıştır.



Gözde Yazıcı, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İngilizce Tıp Bölümü'nü 2001'de bitirdi. 2007 yılında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimini tamamladı. 2010 yılında, mecburi hizmetini tamamladıktan sonra Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladı.

Küresel Isınmanın Resmi: İklim Modelleme



İklim değişikliklerinin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi konusunda tüm dünyada yoğun bir çalışma var, bu değişikliklerin aynı zamanda ekonomik ve politik boyutları olduğu için devletler bu konunun üzerine daha fazla eğilmeye başladı. Her ne kadar 2009 Kopenhag zirvesinde istenilen sonuçlara ulaşılmadıysa da, bir yandan sivil toplum örgütleri insanları iklim konusunda bilinçlendirmeye devam ederken, diğer yandan da bilim adamları önemli çalışmalar yapıyor. İtalya'daki Yeni Teknolojiler, Enerji ve Sürdürülebilir Ekonomik Ulusal Ajansı da (ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development) Akdeniz ve iklim değişimleri üzerine bilimsel çalışmaların yürütüldüğü, gelecek için çözüm önerileri üretmeye çalışan kuruluşlardan biri.

ENEA, Dünya Meteoroloji Organizasyonu'nun üyesi ve dünyadaki 170 gözlem istasyonundan biri de onlara ait. Bu istasyon, Akdeniz'deki Lampedusa adasında. Çalışmalar Akdeniz bölgesi üzerinden yürütülüyor. İklim, tanımı gereği bölgesel bir özellik taşıdığından, bölgesel ölçümlerle elde edilen verilerin evrensel ölçümlerle kıyaslanmasıyla genel durum hakkında da bilgi edinilmesinin daha sağlıklı olduğu düşünülüyor. Yani tıpkı yapbozun parçalarının bir araya getirilmesiyle bir resim oluşturulması gibi. Diğer yandan bölgesel ölçümler, iklim çeşitliliğinin anlaşılması açısından da önem taşıyor.



İklim ve Dinamikleri

İklimbilimci Florinda Artuso iklimi; "belli bir bölgede karakteristik olarak hâkim olan sıcaklık, yağış ve rüzgârların oluşturduğu ortalama meteorolojik koşullar" olarak tanımlıyor. Bu koşullar, karaya gelen güneş ışınlarıyla, karadan uzaya doğru yayılarak giden enerji arasındaki kararlılığa bağlı. Bu kararlılık ise farklı karasal bileşenlerin (atmosfer, okyanus ve toprak) etkileşimiyle şekilleniyor. Böylece iklim araştırmaları sera gazı salınım miktarları, okyanus yüzey sıcaklıklarının hesaplanması ve toprak ölçümlerini de kapsıyor. Sonuç olarak, küresel ısınmanın başlangıcından bu yana yaşanan değişiklikler, günümüzdeki durum ve gelecekte yaşanabilecek değişiklikler hesaplanabiliyor.

İklim çalışmalarının en önemli amacı, tarih öncesi dönemde yaşanan doğal süreçlerle, tarih sonrası yaşanan süreçlerin ve insan etkeninin devreye girdiği süreçlerin karşılaştırılması ve bu anlamda hem bölgesel hem de küresel verilerin elde edilmesi. Sonuç olarak da, iklim değişiminin olumsuz etkilerinin düşük düzeye indirilmesi amaçlanıyor. Bu amaçla, birçok organizasyon kuruluyor, birçok proje geliştiriliyor. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) bu kuruluşlara verilebilecek örneklerden ikisi.

Süreç; gözlemlerin yapılması, verilerin elde edilmesi, modellemelerin yapılması ve verilerin son ha-

liyle IPCC'ye sunulması ve yıllık raporlar hazırlanması, nihayetinde de siyasal yetkililer tarafından iklim değişiminden kaynaklanacak zararların hafifletilmesi ve uyum stratejilerinin geliştirilmesi şeklinde işliyor.



Neden Lampedusa?

Ölçümler, Akdeniz'deki Lampedusa adasında yapılıyor. Adanın seçilmesindeki amaç, atmosferdeki gaz oranının ikincil etkilerden (yani insan tüketimiyle ortaya çıkan zararlı gazlardan) uzak olması. Diğer yandan, çok fazla yeşil alanın olmaması da tercih sebebi, çünkü yeşil alan arttıkça CO_2 oranı azaldığından, yine çok doğru bir ölçüm yapılamıyor. Coğrafi özellikleri ile bulunduğu bölgenin iklim özelliklerini yansıtıyor olması ve şehirleşmenin gelişmemiş olması da Lampedusa'nın iklim çalışmaları için vazgeçilmez bir alan olmasını sağlıyor. ENEA, adaya kurduğu araştırma istasyonu ile CO_2 ve diğer sera gazı salınım miktarları ile ışınımsal etkiler sonucu okyanusta ve toprakta oluşan değişimleri hesaplıyor.

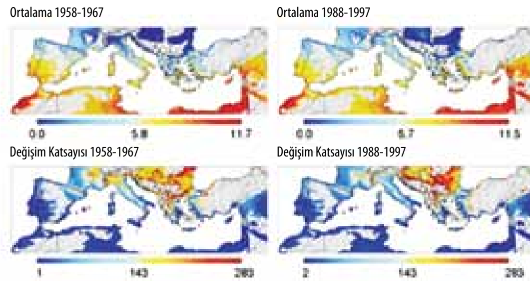
Ölçüm Süreci

Lampedusa'dan düzenli olarak alınan hava örnekleri laboratuvarlara gönderilerek analizleri yapılıyor. Böylece, atmosferde bulunan CO_2 ve diğer sera gazlarının salınım miktarları ortaya çıkarılıyor. Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) tarafından belirlenmiş gaz standartları tüm dünyada geçerli. Daha sonra veriler, Dünya Sera Gazı Veri Merkezi'nin (WDCGG) veritabanına giriliyor, iklim modelciler 170 istasyon tarafından girilmiş verileri alıp ihtiyaca (örneğin iklim değişiminin tarım faaliyeti üzerindeki etkisinin araştırılması) göre modelleme sürecinde kullanıyor. Diğer bir ölçüm yöntemi de okyanus yüzeyi sıcaklık ölçümlerinde kullanılan uydu gözlem tekniği. Düzenli olarak uydudan elde edilen veriler uzun vadeli karşılaştırmalar için kullanılıyor. İklim modelcilerin kullandığı diğer bir veritabanı sistemi de, ABD Coğrafi Araştırmalar Ajansı'na (USGS) ait. Sonuç olarak, iklim modelleme için gerekli tüm bilgileri gerek kendi bünyelerindeki çalışmalardan gerek dünya çapındaki bilim merkezlerinden alınan verilerle elde ediyorlar.

İklim Modelleme

Yaklaşık 20 yıldır uygulanan "iklim modelleme" yöntemi üç farklı ölçüm gerektiriyor; Sera gazı salınım miktarlarının ölçümü, okyanus yüzeyi sıcaklık ölçümü ve toprak yüzeyi sıcaklık ölçümü. Modelleme için, sıcaklık, yağış, rüzgâr, Dünya'nın dönüş hızı ile yönü ve Ay'ın konumu gibi parametrelerin yanı sıra sudaki yoğunluğun ve tuzluluk oranlarının değişiminin de bilinmesi şart. Bu parametrelerle ilgili düzenli olarak elde edilen veriler sisteme girilerek iklim modelleme yapılıyor. Yani sonraki süreç tamamen sayısal olarak bilgisayar ortamında gerçekleştiriliyor. Sonuçta elde edilen modeller, gerekli alanlarda kullanılabiliyor.

Bu alanlara iklim değişimlerinin tarım faaliyeti üzerindeki ve ekosistemler üzerindeki etkisini analiz etmek, geleceğin iklim koşulları hakkında öngörüde bulunabilmek amacıyla "iklim modelleme" yöntemi ile hazırlanmış görsel modeller örnek olarak verilebilir. Aşağıdaki model, iklim değişiminin Akdeniz bölgesindeki zeytin verimine olan etkisini gösteriyor. Maviden kırmızıya doğru verimlilik artıyor. Modelde, 1958'den günümüze, zeytin ekilen alanların veriminin ne kadar düştüğü açık bir şekilde görülebiliyor. İklim modelleme yönteminin kullanıldığı önemli bir örneklerden biri de, iklim değişiminin etkilerini anlamak ve gelecek senaryolarıyla üretebilmek adına araştırmalar yapılan Circe Projesi.



Circe Projesi

Proje, Mayıs 2007'de Avrupa Komisyonu 6. Çerçeve Programı kapsamında başlatıldı ve 2011'de son bulacak. Amaç, Akdeniz bölgesindeki iklim değişikliklerinden elde edilen modeller ve senaryolar üzerinden, değişikliklerin hem çevresel hem ekonomik hem de sağlıksal etkilerinin ortaya çıkarılıp, uyum ve hafifletme stratejilerinin geliştirilmesi. Proje, sosyal etkilerin (örneğin göç) yanı sıra, turizm, enerji, tarım, balıkçılık gibi alanlardaki ekonomik etkileri ve bunların insan sağlığı üzerindeki etkilerini de ortaya çıkarmayı amaçlıyor. Proje on üç farklı alanda yürütülen araştırmalarla devam ediyor. **(http://www.circeproject.eu/)**

Kaynaklar
Artuso, F., ENEA, Söyleşi, 2 Mart 2010.
Calmanti, S., ENEA, Söyleşi, 3 Mart 2010.
http://clima.casaccia.enea.it/index.php
http://www.palermo.enea.it:16080/lampedusa/eng/
http://www.circeproject.eu/
http://www.ipcc.ch/index.htm



Ayşe Bihter Çelik 1984'te Bursa'da doğdu. Lisans eğitimini sosyoloji, yüksek lisans eğitimini gazetecilik üzerine tamamladı ve halen İstanbul Üniversitesi Gazetecilik Bölümü'nde doktora öğrencisi. "RELATE Project" kapsamında bilim gazeteciliği eğitimi aldı.

Bülent Gözcelioğlu

Türkiye Kelebekleri İçin Kırmızı Liste

Anadolu cadısı, fisto, dumanlı apollo, turuncu süslü, beyazöncü, sarı azamet, Akdeniz oyklösü, kleopatra, orakkanat, narin orman beyazı, yalancı beyaz melek, benekli melek, dorukların benekli meleği, zegris, sevbeni, şeytancık, Anadolu gelinciği, isli bakır, dağ ateşi, mavi zebra, balkan kaplanı, karsandra, everes, minik kupid, mavi osiris, esmer korubeni, karamavi, doğulu esmergöz, Anadolu çokgözlüsü, çokgözlü esmer, çokgözlü anadolu çillisi, lacivert Anadolu çokgözlüsü, çokgözlü Erzincan mavisi, sultan, şehzade, sarı bantlı kadife, yırtık pırtık, sarı ayaklı nimfalis, cengâver, böğürtlen brentisi, Hataylı iparhan, güzel nazuğum, rus melikesi, mersin kızılmeleği, laz güzelesmeri, lidya yalancı cadısı, Anadolu piri reisi, küçük zıpzıp perisi, pironiya, nostrodamus, sarı benekli zıpzıp… Çoğu kişi bu sözcükleri bir kelime oyununun parçası sanabilir. Ancak bu sözcükler aslında sayıları çok da fazla olmayan doğaseverlere, doğa fotoğrafçılarına, ülkemiz doğasına ve kelebek meraklılarına yabancı değildir.



Zegris (Zegris eupheme), kırmızı liste kategorisi: NT (tehlikede değil), Fotoğraf: Onat Başbay

Güzel Nazuğum (Euphydryas orientalis) kırmızı liste kategorisi: EN (tehlikede), Fotoğraf: Onat Başbay

Ülkemizde 380 kelebek türü var. Bunlardan 45'i endemik, yani yalnızca ülkemizde yaşıyor. Ancak her 10 türden birinin soyu tehlike altında ya da tehlike sınırına çok yakın. Ülkemizde çok yakın zamana kadar kelebeklerle ilgili araştırmalar yok denecek kadar azdı. Yapılan çalışmalar da daha çok taksonomik düzeyde idi ve türlerin nerelerde bulunduğu ve yeni türlerin keşfedilmesiyle ilgiliydi. Ne kelebeklerin popülasyonu ne de soylarının tehlike altında olup olmadığı biliniyordu. Ancak geçtiğimiz günlerde uzun ve detaylı bir araştırma yapılarak Türkiye'deki soyu tehlike altında olan kelebek türleri ile ilgili genel bilgiler, tehlike altında olma nedenleri ve koruma önerileri içeren kırmızı liste yayımlandı. Kırmızı listeler, soyu tehlike altında olan türlerin korunmasına yönelik envanterlerdir. Kırmızı listeler, Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) tarafından koordine ediliyor. Listelerin oluşturulmasındaki amaç, türlerin küresel, bölgesel ve ulusal ölçekte tükenme hızlarının azaltılması, korunması gereken türlerin belirlenerek kayıt altına alınması ve biyolojik çeşitliliğin değişimine ilişkin bir indeks oluşturmak. Türkiye'deki kelebeklerin kırmızı listesiyse 40'a yakın bilim insanı, uzman ve kelebek gözlemcisinin aktif desteği ile Erciyes Üniversitesi'nden Yrd. Doç. Dr. Evrim Karaçetin ve Doğa Koruma Merkezi'nde doğa koruma uzmanı olarak çalışan Hilary Welch tarafından hazırlandı ve kitap olarak yayımlandı. İnternet üzerinden de erişilebilen "Türkiye Kelebeklerinin Kırmızı Kitabı" adlı eseri, bu çalışmanın neden ve nasıl yapıldığını birlikte inceleyelim.



Mezopotamya Çokgözlüsü (Polyommatus dama), Kırmızı liste kategorisi:EN (tehlikede), Fotoğraf: Süleyman Ekşioğlu

Kırmızı listeler için ilk olarak ülkemizdeki kelebeklerle ilgili literatür toplanmış ve Türkiye kelebeklerinin genel durumu ortaya konmuş. Kırmızı liste oluşturulurken taksonomi, ekoloji ve tehditler, popülasyon ve koruma durumunu içeren yeni bir veritabanı hazırlanmış. Böylece kelebek verilerinde sanal ortamda güncellemeler, yeni girişler yapılabilmesi ve tüm verilerin bir arada toplanması sağlanmış. IUCN kriterlerinin doğru bir şekilde uygulanabilirliğinin sağlanması sebebiyle bu kurumdan gelen uzmanlar yönetiminde eğitim çalışmaları düzenlenmiş ve tür değerlendirilmeleri yapılmaya başlanmış. İlk inceleme sonucunda, 380 türden sık gözlemlenen ve yaygın dağılım gösteren ve sayılarında azalmaya dair kanıt göstermeyen türler, düşük riskli (LC) olarak sınıflandırılmış. Türkiye'deki dağılımı dağınık ya da dar olanlar, durumu kritik olanlar ve nadir türler ise ilk değerlendirme listesine alınmış. Ardından bu türlerin yayılış alanları ve yaşam alanı büyüklükleri eldeki veriler kullanılarak "km^2" olarak hesaplanmış. Hesaplamalar yapılırken türün yaşam alanının ulaşılabilirliği, uygun yaşam alanlarının varlığı, türün fark edilebilirliği, türün tanımlanmasındaki zorluk, uçuş zamanı (erken uçan kelebekler diğerlerine göre daha az kaydedilir) gibi faktörler de eklenerek türlerin yaşam alanı tahmini olarak hesaplanmış. Bunlardan sonra türlerin değerlendirilmesi aşamasına geçilmiş. De-



Merhaba Çokgözlü (Polyommatus merhaba), kırmızı liste kategorisi: EN (tehlikede), Fotoğraf: Evrim Karaçetin



"Türkiye Kelebeklerin Kırmızı Kitabı"na İnternet üzerinden erişilebiliyor

http://www.dkm.org.tr/tr/kirmizi_liste_tr.html

ğerlendirme, tehlike altındaki 95 tür için araştırma yapma ve tür değerlendirmelerini detaylı şekilde yazma biçiminde gerçekleşmiş. Her tür için bilgiler elde edilirken şu basamakların tümü gerçekleştirilmiş: Türlerin yaşam alanı, popülasyon büyüklüklerinin IUCN kriterlerini sağlayıp sağlamadığı, türlerin karşı karşıya olduğu tehditler ve bu tehditlerin türleri, türleri ne düzeyde etkilediği, türlerin Türkiye'ye komşu ülkelerdeki durumları (bu ülkeden uzmanların yardımlarıyla), tüm bu faktörler göz önüne alınarak son değerlendirmelerin yapılıp yazılması, uzmanlara gönderilerek düzeltilmesi. Tehditler belirlenirkense şu yöntemler kullanılmış: uzmanlar tarafından ya da türün bulunduğu alanlarda başkaları tarafından kaydedilmiş olan tehditler, hidroelektrik santral planları, madencilik çalışmaları ve türlerin bulunduğu alanların araştırılarak kaydedilebilen tüm insan faaliyetlerinin göz önüne alınması.

> Ekosistemler için çok hassas bir tür olan kelebekleri korumak, biyolojik izleme yapmak ekosistemlerdeki en küçük değişiklikleri izlemek açısından da önemlidir.



Kafkasya Azameti (Colias caucasica), kırmızı liste kategorisi: EN (tehlikede), Fotoğraf: Ahmet Baytaş

Değerlendirilen 95 Tür İçin Bir Örnek: Hatay Mavisi

Hatay Mavisi (*Polyommatus bollandi*) türü, kırmızı listeye ilk olarak "yetersiz verili (DD)" olarak alınmış. Bunun nedeni türün tanımlandığı ve tür hakkındaki tek kaynak olan 1998 tarihli makalede, türün ilk bulunduğu yerin (tip lokalitesinin) belirsiz olması. Bu belirsizlik nedeni ile türün Hatay'ın neresinde olduğu kesin olarak belirlenememiş. Bu nedenle araştırmacılar Hatay'da bulunan deneyimli kelebek gözlemcisi Ali Atahan ile iletişime geçmiş, ondan da türü aramasına rağmen bulamadığını öğrenmişler. Ali Atahan türün orijinal yaşam alanı tanımını, kendisindeki yerel bilgileri ve Google Earth programını kullanarak türün olabileceği yerlerin koordinatlarını vermiş. Bu koordinatlar Google Earth üzerinde çizildiğinde sözü edilen alan civarında bir açık maden işletmesi, bir yaban hayatı geliştirme sahası ve bir radar istasyonu olduğu görülmüş. Bu bilgi ile "Önemli Doğa Alanları" kitabındaki tehditler birleştirilmiş ve türün tehlike altında olabileceği öngörülmüş. Daha sonra, potansiyel bir tehdit olan madenciliğin araştırılması amacıyla, maden mühendisi ve deneyimli bir kelebek gözlemcisi olan Onat Başbay ile iletişime geçilmiş. Başbay, bölgedeki madencilik çalışmaları ve kelebeğin yaşam alanı üzerindeki olası etkileri konusunda öngörüde bulunmuş. Bu aşamada, türü tanımlayan ve şu ana kadar gözlemlemiş tek kişi olan Dominique Dumont (Belçika) ile bağlantıya geçilerek, hem tam kayıt noktası hem de hangi tehditlerin türü etkilediği ortaya çıkmış. Tüm bu çalışmaların sonucunda Dünya'da sadece Hatay'da kaydedilmiş olan Hatay Mavisi'nin kritik düzeyde tehlike altında olduğu ortaya çıkmış. Hatay Mavisi'nin değerlendirilmesi gibi diğer 94 tür de benzer biçimde değerlendirildi. Burada araştırmacılar dışında uzmanlar ve gözlemcilerin de süreçte rol alması önemlidir.

Kaynak
Karaçetin, E., Welch, H., *Türkiye'deki Kelebeklerin Kırmızı Kitabı*, Doğa Koruma Merkezi, Şubat 2011.

Latif Kurt



Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Bitki Çeşitliliği Üzerine Etkileri

Fosil yakıtların kullanımındaki artış, sera gazlarının salınımı gibi etkenler sonucu iklim tiplerinde değişiklik, deniz seviyesinde yükselme, buzulların erimesi gibi küresel ölçekli çevre sorunları ortaya çıkmış ve Dünya'da yaşamı tehdit eder boyuta ulaşmıştır. Atmosferin Dünya yüzeyine yakın kısımlarında, ortalama Dünya sıcaklığının doğal olarak ya da insan etkisiyle artması yani küresel ısınma ve buna bağlı olarak ortaya çıkan iklim değişikliği küresel bir yok oluş süreci olarak değerlendirilebilir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği süreci ve bu sürecin Türkiye'nin biyolojik çeşitliliği üzerine etkilerini gözden geçirdiğimizde karşımıza çıkan sonuç Türkiye'nin bu süreçten en çok etkilenen ülkelerin başında yer aldığını gösteriyor.



Farklı araştırma grupları tarafından gerçekleştirilen ve önümüzdeki 70 ila 100 yıllık dönemi öngören Türkiye iklim öngörü modellerine göre, Akdeniz'in kıyı kesimleri, iç kesimler ve aşağı Fırat havzasında yağışın şimdikinden % 29,6 daha az olacağı öngörülüyor. Bunun aksine, Karadeniz kıyısında yağışta % 22'ye ulaşan oranda artış öngörülüyor. Yurdumuzun farklı bölgelerinde, 2,8-5,5°C'lik sıcaklık artışı olabileceği tahmin ediliyor. Sıcaklıktaki bu artışın buharlaşmayı tetikleyeceği ve böylece kuzeydoğu bölgesi hariç tüm Türkiye'de kuraklığın artacağı öngörülüyor. Yine bu iklim modellerine göre, gelecekteki bitki örtüsü ile şimdiki durum karşılaştırıldığında, kuzeydeki kıyı alanlarında yaprak döken geniş yapraklı ormanlardan her dem yeşil iğne yapraklı ormanlara doğru bir dönüşüm yaşanacağı öngörülüyor. Karışık orman örtüsü, gelecekte Doğu Anadolu'nun iç kısımlarına ve yurdun kuzeybatısına yayılabilecek.



Yaşamın vazgeçilmez unsurlarından biri olan su kaynakları da küresel ısınmadan olumsuz etkileniyor. Su, Türkiye'nin de içinde bulunduğu kuşakta yaşamı sınırlayan ve gelecekte uğruna savaşların yaşanabileceği stratejik bir meta haline geliyor. Küresel yıllık yağış ortalaması 1000 mm/m^2 iken, bu oran yurdumuzda 643 mm/m^2. Bununla birlikte bu yağışın alansal dağılımı da homojen değil. Gerek sıcaklık artışı sonucu terlemenin ve buharlaşmanın (evapotranspirasyonun) artması, gerekse yağışlardaki azalma ve yağış rejimindeki değişiklikler iç ve güney kesimlerde kuraklık riskini artırıyor. Kuraklığın doğal ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerinin sosyal ve ekonomik yansımaları olması kaçınılmaz. Ulusal büyümede yavaşlama, finansal kaynak bulmada zorluk, kredi riskinin artması, yeni ve ek su kaynaklarının pahalılaşması, üretimdeki düşüşe bağlı işsizliğin artması ve vergi gelirinde kayıplar otaya çıkacaktır. Bu durum sonucunda kıtlık, yoksulluk, yaşam kalitesinin düşmesi, iç göç ve sosyal huzursuzluk meydana gelmesi olasıdır.

Beklenen bir başka etki karla kaplı alanların azalmasıdır. Kaçkar, Süphan, Nemrut gibi yüksek dağ zirvelerindeki daimi kar örtüsü tamamen ortadan kalkacaktır. Bu kar örtüsü, suyun depolanmış olarak durması olarak düşünülürse durumun önemi daha iyi anlaşılır. Mevcut su kaynaklarının gereksinim duyulan su miktarını karşılayamaması nedeniyle ortaya çıkan "su baskısı" ulusal ve bölgesel düzeyde artacaktır. Bunun en önemli göstergelerinden ilki Seyfe gölü, Akşehir gölü gibi sulak alanların yok olmaya yüz tutmuş olması, ikincisi Konya kapalı havzasında yeraltı su seviyesinin ikinci ürün ve yanlış sulama (yağmurlama ve vahşi sulama) nedeniyle düşmesidir.







Prof. Dr. Latif Kurt 1966 Ankara, Kalecik doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 1988'de mezun oldu. Bitki sistematiği ve bitki ekolojisi konularında yüksek lisans ve doktora çalışmaları yaptı. Yurtdışı ve yurtiçinde yayımlanmış 50 civarındaki eseri arasında 6 adet de kitabı var. Halen Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekoloji ve Çevre Biyolojisi Ana Bilim Dalı'nda görev yapmaktadır.

Ormansızlaşma, küresel ısınmaya yol açan sera gazı emisyonunun yaklaşık % 20'sinden sorumlu tutuluyor. Tarım alanlarının korunması pek çok ülkede, ulusal güvenlik kaygılarından biri haline gelmiştir. Tarım alanlarının kötü kullanımı, su yönetim eksiklerine bağlı su baskınları, tuzlanma, çoraklaşma, aşırı pestisit ve gübre kullanımına bağlı kirlenme bunların başında geliyor. Suyun tarımdaki vazgeçilmez önemi nedeniyle, temiz su sıkıntısı pek çok bölgede tarımsal üretimin karşısındaki en büyük kaynak kısıtlaması haline gelmiştir. Gerçekten de ülkemizin bazı önemli hububat üretim merkezlerinde, ürün kayıplarının % 40- 50 oranına ulaştığı biliniyor.

Küresel ısınmayla birlikte Dünya'daki yaşam kuşaklarının (biyom) kuzeye kayacak olması (150-500 km) yurdumuzun küresel ısınma sürecinde en riskli bölgelerden biri olduğu anlamına geliyor. Bilindiği gibi yurdumuzun güneyinde bir çöl kuşağı yer alıyor. Önümüzdeki 50 yıl içerisinde bu kuşağın kuzeye ilerlemesiyle başta Orta, Güney ve Güneydoğu Anadolu olmak üzere çölleşme büyük bir tehlike olarak görünüyor. Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafi konum, iklim, topografya ve toprak şartları, ülkemizin çölleşme ve kuraklığa karşı hassasiyetini artırıyor. Bu hassasiyetin en önemli göstergesi 50 yıl önce Konya Karapınar'da yaşanan çölleşmedir. Konya Karapınar'da bitki örtüsünün aşırı otlatmaya bağlı olarak tahrip olması sonucu ortaya çıkan rüzgâr erozyonu yüzünden büyük bir göç yaşanmıştır. Yöredeki kum fırtınaları ve hareketli kumullar çölleşmeye karşı hassasiyetin bir göstergesidir. Nitekim Türkiye'de küresel ısınmanın yanı sıra şehirleşme, yanlış arazi kullanımı ve doğal ekosistemler üzerindeki baskılar son 20 yıl içinde ülkemizde 13 bitki türünün yok olmasına neden olmuştur.

Küresel ısınmanın ve ekosistemler üzerindeki diğer baskıların devam etmesi durumunda önümüzdeki 10-20 yıl içerisinde 1500'e yakın bitki türünün yok olacağını söylemek kehanette bulunmak sayılmaz. Bitki yapısının değişmesi hayvanları da etkileyecektir. Özellikle otçul türler besin bulabilmek için kuzeye doğru göç edip uygun habitat arayışı içine girecektir. Kuşlar göçlerini yeniden düzenlemek zorunda kalacaktır. Bitkiler vejetasyon dönemine erken gireceğinden kuşlar da göçlerini ona göre ayarlamak zorunda kalacaktır.

Fotoğraflar: Prof. Dr. Latif Kurt

Kaynaklar

Bullock, M. A., Grinspoon, D.H., "The Recent Evolution of Climate on Venus", *Icarus*,150:19-37, 2000.

Epstein, P. R., "Is Global warming Harmful to health?", *Scientific American*, s. 50-57., Ağustos, 2000.

Kitoh, A., Future Climate Projections around Turkey by Global Climate Models, TÜBİTAK, ICCAP Pub. No 10 (ISBN 4-902325-09-8), Kyoto, Japonya, s. 39-42, 2004.

Yatagai, A., Development of a daily grid precipitation data in the East Mediterranean, TÜBİTAK, ICCAP Pub.No 10 (ISBN 4-902325-09-8), Kyoto, Japonya, s. 33-38, 2007.

Türkeş, M., Küresel İklim Değişikliği: Başlıca Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler ve Etkileri Global Climate Change: Principal Causes, Observed and Predicted Changes and Their Impacts). Çağrılı Bildiri (Invited Paper), İçinde: Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 27-28 Mayıs 2010, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 9-38, Ankara, 2010.

Türkeş, M., Trends and fluctuations in annual and seasonal rainfall data in Turkey. In Climate Variability and Climate Change Vulnerability and Adaptation, Proceedings of the Regional Workshop, Prag, 11-15 Eylül 1995, s. 114-126, 1996.

*Okan Ürker**
*Semra Yalçın**

**Doğa Koruma Biyoloğu, Doğa Koruma Merkezi.*

Köyceğiz'de Biterse Dünya'da da Biter

Sığla Ormanı

Dünya'da sadece Köyceğiz Gölü çevresinde orman oluşturabilen Anadolu sığla ağacı toplulukları tarım ve turizm faaliyetlerinin baskısı ile yıllardır parçalanıyor. Elimizde kalan son parçalar da yok olduğunda Anadolu'nun bu eşsiz mirasını sonsuza dek kaybetmiş olacağız. Doğa Koruma Merkezi, sığla ormanlarının devamlılığı için koruma biyolojisi ilkeleri ve peyzaj ekolojisi temel yaklaşımı ile bir koruma stratejisi öneriyor: Köyceğiz halkının ve idarecilerinin katılımı ile uygulamalar yapıyor, sığla ormanlarının Köyceğiz'in temel değerlerinden biri olması ve korunması için çalışıyor.

Sığla ağacı Anadolu'nun en eski yerleşikleri arasında sayılıyor. Üçüncü Tersiyer Dönem'den beri, yani 65 milyon yıldır Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Miller) topraklarımızda boy veriyor. Doğu Akdeniz kökenli bir tür olan bu ağaç, Türkiye'nin güneybatı bölümünde yayılış gösteriyor ve dünyada başka hiçbir yerde bulunmuyor.

Sığlalar bugün Çine Çayı, Datça, Köyceğiz, Fethiye arasındaki alanda dağılım gösteriyor. Dere boylarında ve taban suyu yüksek alanlarda grup halinde veya tek tek görülen bu ağaç türünün orman olabildiği tek yer Köyceğiz Gölü çevresi.

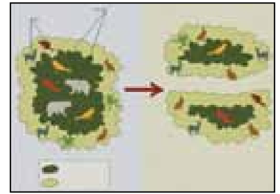
Sığla ağacından çıkarılan "sığla yağı" yıllar boyunca yöre insanının gelir kaynağı olmuş. Kimya sanayisinde sabitleyici olarak kullanılan sığla yağının kaynağı olan ağaç ekonomik açıdan yüksek değeri olduğu için işleyenlerce özenle korunmuş. Ağacın balsamı alınmış kabukları bugün yörede hâlâ "buhur" adıyla tütsü olarak yakılıyor. Mısır Kraliçesi Kleopatra'nın "aşk iksiri" ve parfüm olarak kullandığı sığla yağı, Hippokrates döneminden beri de şifalı sayılıyor. Eski Mısırlıların sığla yağını mumyalama işlemi sırasında kullandıkları da biliniyor. Fenike gemi batıklarında yapılan kazılarda bulunan, içi sığla yağı dolu amforalar bir zamanlar bu değerli ürünün Akdeniz ticaretinde ne kadar önemli yer tuttuğunu kanıtlıyor.

Uğur Zeydanlı

>>>


Uğur Zeydanlı

Habitat parçalanmasının şematik gösterimi



Bir zamanlar yılda 20 tona yakın sığla yağı üretilen ülkemizde sığla ormanlarının ne yazık ki hızla tahrip olması nedeniyle bu rakam yılda 1 tona kadar düştü. Yağa yönelik yurt içinden ve dışından gelen yoğun talep artık karşılanamıyor. Öte yandan 2000'li yıllardan itibaren parfümeri sanayisi sabitleyici ihtiyacını sentetik maddelerden karşılamaya başladığı için sığla üretimi daha da azaldı.

Sığla ormanları taban suyu yüksek, verimli topraklarda boy attığı için her dönem tarımsal üretimin baskısı altında kalmış. 1900'lü yılların başlarında pamuk, susam ve mısır üretiminin, 1970'lerin sonlarından itibaren de narenciye bahçelerinin genişlemesi sığla ormanlarını tahrip etmiş. Günümüzde bu yok oluş halen sürüyor ve elde kalan alanlar da kontrolsüz sığla yağı üretiminin tahribatı altında ayakta kalmaya çalışıyor.

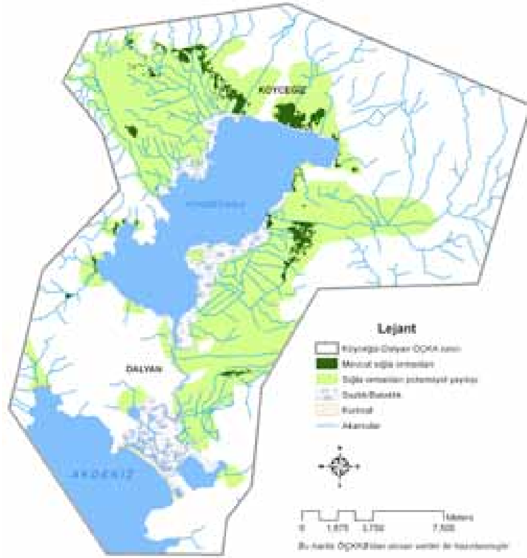
Son kırk yıldır sığla ormanlarının parça parça tarımsal alanlara dönüşmesinin yanı sıra orman alanları yakınlarındaki yerleşimler ve turistik işletmeler de yeni tehditler olarak beliriyor. Drenaj, kuraklık ve su rejiminin bozulması gibi nedenler sığla yetişme bölgelerinde tuzlanmaya, taban suyu seviyesinin düşmesine ve ormanların yok olmasına yol açıyor.

İşte bütün bu nedenlerle, "günlük ormanları" olarak da bilinen sığla ormanlarının dağılım alanı 1940'larda 7000 hektar iken 1980 yılında yapılan Orman Envanteri'ne göre 1332 hektara kadar gerilemiştir. Günümüzde ise ancak yaklaşık 700-800 hektarlık bir alan kalmıştır. Sığla ormanları, sizin bu yazıyı okuduğunuz anda bile yok olmaya devam ediyor!



Sığlaların Türkiye dağılımını gösteren harita. Sığla alanlarının kolay okunabilmesi için alanların sınırları belirginleştirilmiştir.

Koridor Metodu ile Ağaçlardan Yamalar:
Orman ekosistemlerinin parçalanması doğal kaynakların yok olmasını hızlandıran en önemli nedenlerden biridir. Ormanların küçük parçalara ayrılması ormanların iç alanlarının ve habitat kalitesinin azalmasına, kenar habitatların artmasına neden olur. Bunun ekosistem üstünde pek çok olumsuz etkisi vardır. En önemli iki nokta şudur: İç alanlar küçüldüğü için burada yaşayan türler ve popülasyonları azalır, bu nedenle hayatta kalma başarıları düşer. Daha fazla kenarı olan orman yangın, böcek istilası benzeri dış etkilere daha açık olur.



Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırlarında sığla ormanının potansiyel dağılımı ile mevcut dağılımının karşılaştırılması

Bu haritanın üretilebilmesi için bir yayılış modellemesi çalışması yapıldı:

Sığla ormanlarının potansiyel yayılışı, tür dağılım modellemesi ve coğrafi bilgi sistemleri analizleri kullanılarak hazırlandı. Tür dağılım modellemesi, türün gerçek yayılışında gözlenen çevresel değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri referans alarak, belli bir algoritmayla belli bir alanda türün yayılışıyla ilgili olasılık fonksiyonu oluşturur. Kullanılan çevresel değişkenler türün yaşamasını kısıtlayıcı ya da etkileyici faktörlerdir. Sığla ormanları yayılış modelinde maksimum entropi model yaklaşımı (MaxEnt) kullanılmıştır. Bu modelde sığlalar için önemli olan iki çevresel değişken, yeryüzeyinin su bulundurma ve alüvyon biriktirme kapasitesi kullanılmıştır. Model sonucunda elde edilen olasılık yüzeyi, yine model sonucuna bağlı olarak bulunan belli bir eşik değerinden kesilmiş ve potansiyel yayılış elde edilmiştir. Sığla ormanlarının potansiyel yayılışı, eğer sığlalar üzerinde insan baskısı olmasa ne kadar alanın sığlalar için elverişli olduğunu göstermektedir.

Ormanlarda yaşanan parçalanma, karasal biyoçeşitliliğin azalmasında birincil sebep olarak kabul edilmektedir. Arazi açımı gibi insan kullanımıyla ya da orman dışı bitki türlerin istilası gibi doğal sebeplerle, orman alanları küçük parçalara ayrılır.

Parçalanmış ve bağlantısı kopmuş sığla ormanı parçaları kısa sürede yok olmaktadır. Ayrıca ada biyocoğrafyası ve peyzaj ekolojisi ilkelerine göre herhangi bir tehdit olmasa bile, bağlantısı kopmuş parçaların ekolojik ve genetik yapısı da hızla bozulmaktadır ve uzun vadede yok olmaları kaçınılmazdır.

Orman koridorları, orman parçaları arasında bütünlüğü sağlayan ve orman dokusundaki ağaçlardan oluşan bağlantılardır. Biyolojik koridorlar orman parçaları arasındaki yapıyı tekrar güçlendirir. Koridorlar ile birleştirilen orman parçaları arasında genetik çeşitlilik korunmuş, bu yolla türlerin yaşama kapasiteleri ve sürdürülebilirlikleri artırılmış olur. Orman, koridorlar boyunca yeniden gelişme fırsatı bulur.

Sığlalar İçin Yeni Umut Doğuyor

Doğa Koruma Merkezi'nin 2009'dan bu yana Orman Genel Müdürlüğü Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı ve Köyceğiz Belediyesi ortaklığında sürdürdüğü "Sığlalar Geri Dönüyor Projesi" bu nadir ve yok olan ormanlar için bir umut ışığı yakıyor.

Projenin ilk yılında, Köyceğiz Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırlarında yayılan sığla orman parçaları arasındaki bağlantıları güçlendirmek ve kopmuş parçalar arasında koridorlar oluşturmak hedeflendi.

Bu doğrultuda, sığla ağacının Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde oluşturduğu orman parçaları ile ilgili peyzaj analizi ve koridor oluşturulabilecek alanlar ile ilgili değerlendirme çalışması yapıldı. Çalışmada Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı'ndan temin edilen CBS katmanları kullanıldı. Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde bulunan ve toplamda yaklaşık 770 hektar alanı kaplayan sığla orman parçaları birbirine yakınlığına göre 18 bölgeye ayrıldı.

Peyzaj analizinde kullanılan alansal veriler GUIDOS-Versiyon 1.3 (Graphical User Interface for the Description of Image Objects and their Shapes) programı kullanılarak üretildi.

Sığlaların koruma stratejisi, bu peyzaj analizi üzerine kuruldu. Projede geliştirilen stratejiye göre ana orman parçaları arasındaki koridorların korunması ve güçlendirilmesi, kaybolmuş koridorla-

Morfolojik Uzamsal Motif Analizi/ GUIDOS (MUZMA);

Matematiksel morfoloji kavramlarına dayanan, arazi sınıfları arasındaki mekânsal ilişkileri oluşturarak merkezleri ve bağlantıları bir tek arazi örtüsü haritasında tanımlar. MUZMA merkez (çekirdek alan) ve bağlantıları (koridor) tanımlamak için bir dizi görüntü işleme programı kullanır. Programa verilen girdi verisi ile mekânsal ilişkiler sınıflandırılır. Girdi verisinde bulunan her orman alan pikseli, sadece bir geometrik sınıfla temsil edilmiştir. MUZMA 7 sınıf (geometrik motif) tanımlar.

Bunlar:

1. Yok alma tehdidi yüksek olan alanlar: İç ve dış kenara, koridora ve iç koridora tek taraflı bağlantısı olan orman bölgeleri
2. Çekirdek alan: İç-ana orman alanları
3. Koridor: Birden fazla çekirdek alanı birleştiren orman alanları
4. İç koridor: Aynı çekirdek alanı birleştiren orman alanları
5. Dış kenar: Ormanların dış kenarlar uzunluğu
6. İç kenar: Orman iç kenar uzunluğu
7. Adacık: Çekirdek alan olamayacak kadar küçük, diğer sınıflara bağlantısı olmayan ormanlar


Uğur Zeydanlı


Sığla dikim şenliğinden bir görünüm

Uğur Zeydanlı

rın tekrar kurulması, hem yok oluş sürecini durduracak hem de geri kazanım için yeni bir süreç başlatacaktır.

Proje çalışmaları sonucunda sığla ormanlarının korunması için bütüncül bir yaklaşım ortaya konurken diğer yandan da koruma biyolojisi biliminin temel unsurlarından biri olan peyzaj ekolojisinin uygulanması ile ilgili bir örnek çalışma yapıldı. Bu yaklaşımın diğer ağaçlandırma çalışmalarında da kullanılması mümkün. Doğa Koruma Merkezi ve Orman Genel Müdürlüğü bu doğrultuda Türkiye ormanlarının parçalılık analizini yapmak üzere yeni bir çalışmaya da başladı.

Köyceğizliler Sığla Ormanlarına Yeniden Sahip Çıkıyor

Doğa koruma çalışmalarında, bölgedeki doğal kaynakları kullanan yöre halkı ile bu kaynakları yöneten, yönlendiren tüm ilgi gruplarının sürece aktif katılımıyla tecrübelerini ve taleplerini aktarmaları büyük önem taşıyor.

Sığla ağacına yönelik bölgede bugüne kadar yapılan çalışmalar daha çok Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı tarafından finanse ve koordine edilen altyapı ve eğitim projeleri. Bunun yanı sıra bölgede uzun yıllardır Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü tarafından düzenli olarak yapılan sığla fidanı üretim, dikim ve kontrol çalışmaları da büyük önem taşıyor. Sığla (günlük) ormanlarının korunmasında yöre halkının katılımını sağlayabilmek için sığlanın yörenin sembolü olarak görülüp benimsenmesi gerekiyor.

“Hayata Artı” Gençlik Programı kapsamında Doğa Koruma Merkezi tarafından yürütülen “Sığla Ormanları Geri Dönüyor” projesinin ikinci yılında yöre halkının da katılımını sağlayan bir uygulama çalışması yapılıyor. Geçmişte yöre halkının temel geçim kaynaklarından biri olan fakat günümüzde bu özelliğini kaybeden sığla ormanının tekrar toplumsal bir değer haline getirilmesi amacıyla yapılacak olan katılım etkinlikleriyle, yöre halkına projenin tanıtılması ve sığla ormanları hakkında halkın


Birol Üzmez


Birol Üzmez



Sığla yağı üretimi için ağacın gövdesini düzenli aralıklarla ve belli bir teknikle yaralamak gerekiyor. (Yanda)

Sığla yağı üretiminde kullanılan ve su gücüyle çalışan geleneksel pres. Yöre halkının deyişiyle günlük düveni. (Alt solda)

Yöre halkının “kaşık” dediği bu demir kepçe sığla ağacı kabuğunun çizilmesinde ve toplanmasında kullanılıyor. (Alt sağda)

Sığla ağacı Anadolu'nun en eski yerleşikleri arasında sayılıyor. Üçüncü Tersiyer Dönem'den beri, yani 65 milyon yıldır Anadolu sığla ağacı (Liquidambar orientalis Miller) topraklarımızda boy veriyor.

Doğu Akdeniz kökenli bir tür olan bu ağaç, Türkiye'nin güneybatı bölümünde yayılış gösteriyor ve dünyada başka hiçbir yerde bulunmuyor.





Sığla yaprağı ve meyvesi (Üstte)

Uygun su seviyesi ve verimli tarım toprağı içerdiği için sığla ormanları tarım arazilerine dönüştürülüyor. (Altta)

Sığla ormanı içerisinden bir görünüm (Sağda)

Fotoğraflar: Uğur Zeydanlı


Uğur Zeydanlı

Drenaj kanalı açmak suretiyle taban suyu seviyesi düşürülen sığla ormanları zaman içinde yok oluyor.

görüş ve yaklaşımlarının anlaşılması hedefleniyor. Bu etkinliklerle yöre halkının projenin bir parçası haline gelmesine, korumaya yönelik ilgi ve isteklerinin artırılmasına ve sığla ağacının Köyceğiz'in sembolü haline getirilmesine çalışılıyor.

Proje kapsamında ilk olarak 6 Nisan 2010'da yöre halkı ile birlikte Sığla Fidanı Dikim Şenliği yapıldı. 6-8 Ağustos 2010'da 5. Dünya Gençlik Kongresi kapsamında dünyanın farklı noktalarından Türkiye'ye gelen gençler, sığla (günlük) ağaçlarını yerinde incelemek ve sığlayı tüm dünyaya tanıtmak üzere Doğa Koruma Merkezi tarafından Köyceğiz'de bir araya getirildi. Köyceğiz ilçesine ana girişi sağlayan kavşakta, 29 Kasım-5 Aralık 2010 tarihlerinde "Köyceğiz ve Sığla Ağacı" temalı duvar boyama çalışması yöre gençleriyle birlikte tamamlandı.

Son olarak yakın zamanda "21 Mart Dünya Ormancılık Haftası" kapsamında 21-22 Mart 2011 tarihlerinde Köyceğiz'de bulunan okulların bahçesinde "Çocuklara da Sığla Bahçesi" isimli sığla ağaçlandırma etkinliği öğrencilerle birlikte gerçekleştirildi.

Projenin hedeflerinden biri de sığla ormanının doğa turizmi potansiyelini değerlendirerek Köyceğiz ve çevresinde doğa turizmini canlandırmak. Bu hedef doğrultusunda Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı ile birlikte Sığla Eko-Turizm Planı hazırlanıyor ve sığla ormanı içinde doğaya uyumlu yürüyüş yolları oluşturmak üzere çalışmalar yürütülüyor. Bu çalışmaları yaygınlaştırmak üzere proje kapsamında gerçekleştirilecek etkinliklerden biri de, sığla ormanının önemini ve eko-turizm potansiyelini ulusal düzeyde tanıtmayı sağlayacak Sığla Festivali. Festival Eylül'de Köyceğiz'de düzenlenecek.


Alp Giray


Okan Ürker

"5. Dünya Gençlik Kongresi" kapsamında sığla ormanı temizliği. (Sol üstte)

Yöre gençleriyle birlikte yapılmış olan "Köyceğiz'de sığla ormanı" temalı kavşak boyama çalışması. (Sol altta)

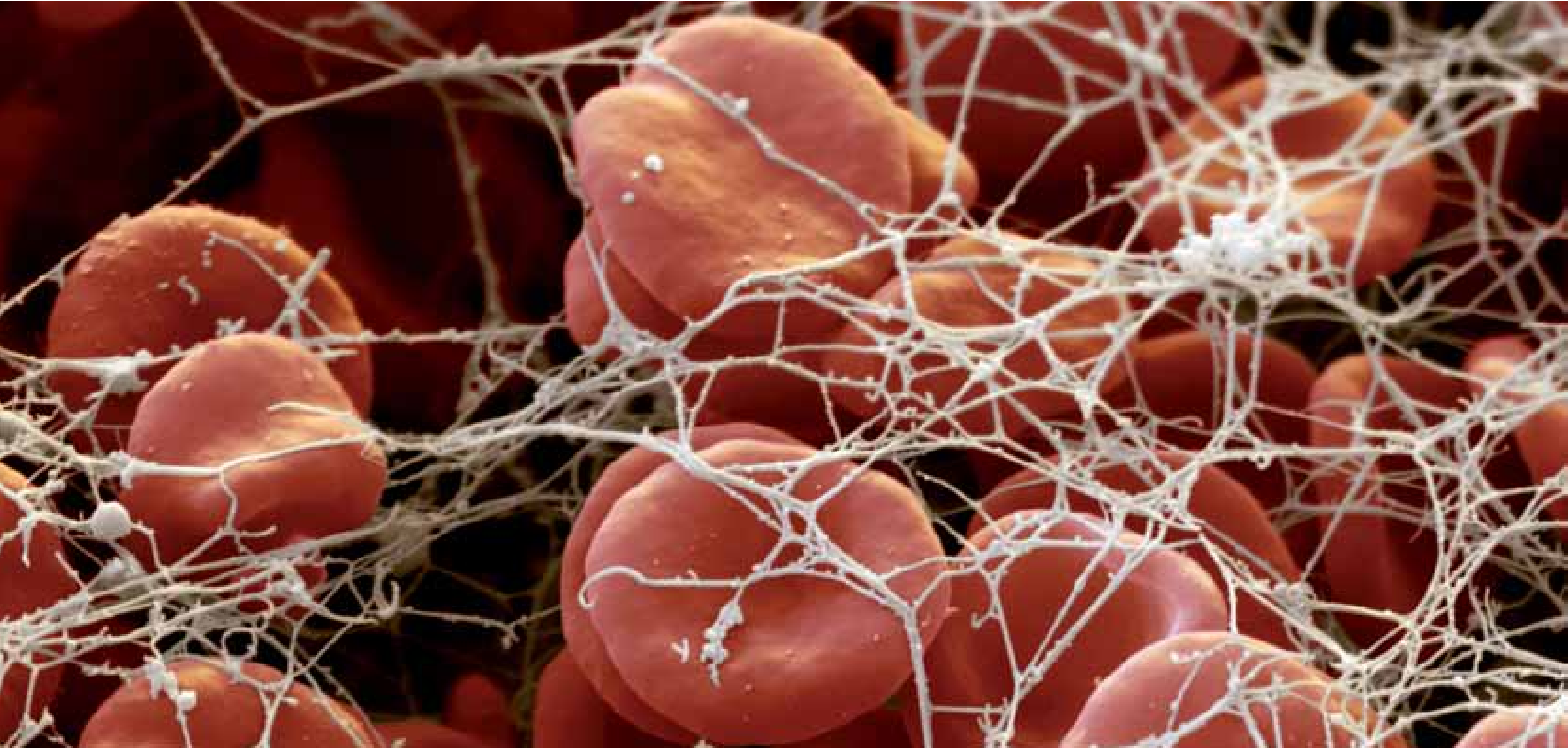
Kaynaklar
Forman, R. T. T. ve Collinge, S. K., "The spatial solution to conserving biodiversity in landscapes and regions", *Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscapes*, Ed. R. M. DeGraaf ve R. I. Miller, Chapman & Hall, s. 537-568, 1995.
Forman, R. T. T. ve Godron, M., *Landscape Ecology*, John Wiley, 1986.
Guidos: **http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos**
MacArthur, R. H. ve Wilson, E. O., *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, 1967.
Özkahraman, İ., "Anadolu sığla ağacı yok oluyor", *Bilim ve Teknik*, Cilt 17, Sayı 194, s. 16-19, 1984.

Handan Yavuz
Adil Denizli

Kan Liflerinin Biyokimyası

Örümcek ipeği çok sert, bir o kadar hafif, olağanüstü bir malzeme. Ayrıca esneklikte de üstüne yok gibi. Ama esneklik anlamında ona rakip olacak hatta onu geride bırakacak bir başka malzeme daha var. İnsanda kan pıhtısını oluşturan lifler. Bu liflerin örümcek ağından daha esnek olduğunun saptanması, pıhtının yaraları nasıl sıkıca sardığını ve kan damarlarındaki basınca nasıl dayandığını anlamamızı sağladı. Bu bilgi aynı zamanda kişinin kalbinden ya da beyninden, kan akışını engelleyerek kalp krizi ya da felce neden olan pıhtının uzaklaştırılmasında doktorların neden zorlandığını da anlamamızı sağlıyor. Eliniz kanadığında yaranın üzerine uyguladığınız ufak bir baskılamayla durdurduğunuzu sandığınız kanınıza bu frenlemeyi sağlayanlar ve sonrasında bu pıhtıyı yok eden şey aslında pek çok faktörü içeren bir dizi biyokimyasal süreç. Bu faktörler ve süreçlerden biri işlev görmezse, sıradan bir sıyrıkla oluşan kanamayı durduracak lifler oluşamayacağından kan kaybından yaşama veda etmemiz, pıhtılaşmayı ortadan kaldırıp kandaki dengeyi sağlayan sistemde bir sorun olduğunda da damar tıkanıklığıyla yaşamımızın riske girmesi an meselesi olabilir.

Kırmızı kan hücreleri fibrin ipliklerinden oluşan bir ağa yakalanmış böylece kan kaybı oluşmamış.



>>>

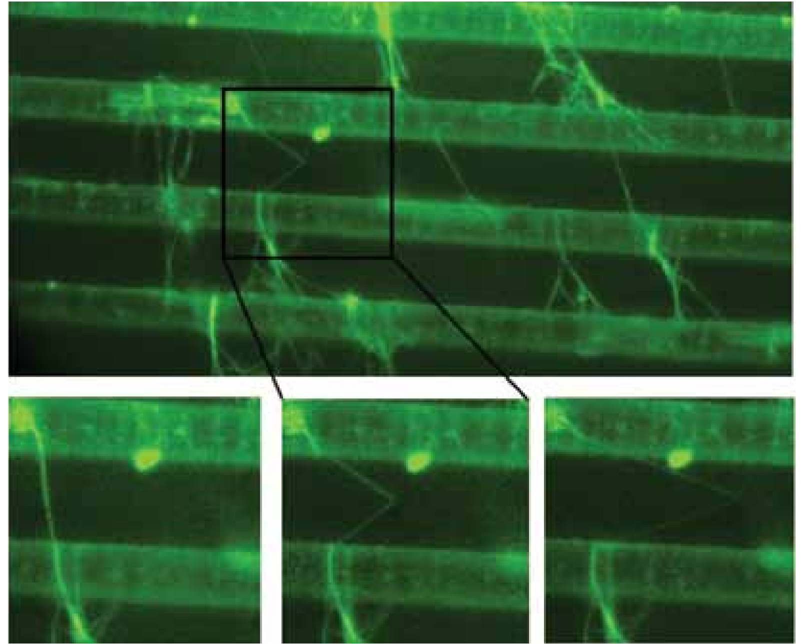
Doğal olarak oluşan bütün lifler arasında kan pıhtısı lifleri kopmadan en çok uzayabilen lif. Aslında bu çok anlamlı bir bulgu, çünkü daha önce kan pıhtısı liflerinin esneyebildiği ancak kolaylıkla koptuğu düşünülmekteydi. Oysa vücuttan kan kaybını durdurmak gibi önemli bir işlevi yerine getirebilmek için pıhtının yapısı hem güçlü hem de esnek olmalı. Nitekim öyle de: Çapı yaklaşık 100 nanometre yani insan saç telinden yaklaşık 1000 kat daha ince, ama çok da güçlü. Önceleri bilim insanları çok küçük oldukları için kan pıhtısını oluşturan liflerin mekanik özellikleri üzerinde çalışamıyordu. Ama lifleri sadece görüntülemekle kalmayıp aynı zamanda esnetme işlemini de yapan iki mikroskobu birleştirerek yeni bir cihaz oluşturduktan sonra elde edilen sonuçlar, bu protein liflerinin kopmadan uzunluklarının ortalama 4,3 katı kadar esneyebildiğini gösterdi. Ayrıca, bu lifler kalıcı bir hasar olmaksızın 2.8 kattan daha fazla esneyebiliyor. Araştırmacılar bu sonuçların insan sağlığı üzerine anlamlı etkileri olacağını belirtiyor. Kan pıhtısını oluşturan liflerin parçalanması için ne kadar kuvvet uygulanması gerektiğini belirlemek üzere ultrasonik araçlar kullanılarak yapılan çalışmalar sürdürülüyor.

Bu liflerin oluşumunu sağlayan mekanizmaya pıhtılaşma süreci diyebiliriz. Kanamanın kendiliğinden durması yani pıhtılaşma "hemostaz işlemi" olarak adlandırılır. Organizmanın bir yaralanma durumunda kendisini kan kaybından korumasını sağlar. Kanamanın durdurulmasına hizmet eden üç bileşen vardır: Kan damarları, kan pulcukları (platelet ya da trombosit) ve kandaki pıhtılaşma sistemi (15 faktör). Bu üç bileşenin de görevlerini doğru yapması gerekir. Yaralanmayı takip eden pıhtılaşma işlemi görevlilerin azimli çalışmalarıyla çeşitli aşamalardan geçer, kan lifleri oluşur ve pıhtılaşma gerçekleşir.

Pıhtılaşma mekanizmasında görev alan ipliksi bir protein olan fibrin (Faktör Ia olarak da bilinir), kan damarlarının hasar görmesi sonucu oluşan kan pıhtısının temel bileşenlerinden biri olan sağlam ve suda çözünmeyen bir protein. Sinyal iletimi, kan pıhtılaşması, kan pulcuklarının aktivasyonu ve protein polimerizasyonu gibi önemli biyolojik süreçlerde de görev alıyor. Kanın damar içinde normal akışı sırasında, fibrin aktif olmayan formu olan fibrinojen şeklinde bulunuyor.

Fibrinin öncülü olan fibrinojen (Faktör I olarak da bilinir), karaciğerde sentezlenen, glikoprotein yapısında suda çözünebilen bir protein ve kan plazmasının yaklaşık % 5'ini oluşturuyor. Fibrinojen yine bir protein olan trombinin etkisiyle ve kalsiyum iyonları varlığında fibrine dönüşerek pıhtıyı oluşturuyor.

Bu iki faktörle birlikte kan plazmasındaki pıhtılaşma tepkimelerinde 15 kadar pıhtılaşma faktörü rol alıyor. Bu faktörlerin tümü protein: Bazıları prozim yani aktif olmayan haldeki önenzim olarak, bazıları kofaktör (enzimin protein olmayan inorganik iyon kısmı) olarak bulunuyor. Faktörler normalde kanda aktif olmayan öncülleri halinde dolaşır. Her bir öncül, bir önceki aktivasyon tepkimesinin aktifleşmiş faktörüyle aktif formuna dönüştürüldükten sonra bir sonraki pıhtılaşma dizisinin proenzimini aktifleştirir ve böylece pıhtılaşma sistemi harekete geçer. Bu sistem de "intrinsik ve ekstrinsik" olarak iki şekilde aktive olur.



Bulgularını Science dergisinde yayımlayan Wake Forest Üniversitesi araştırmacılarına göre kan pıhtısının yapısında yer alan bu küçük fiberler olağanüstü esneklik göstermekte. Eski haline dönme yeteneklerini kaybetmeksizin uzunluklarının ortalama olarak üç katına kadar ve kopmadan önce de dört katından fazla esneyebiliyorlar.

Eliniz kesildi ve parmağınız kanamaya başladı. Herhangi bir sağlık sorununuz yoksa kesilen yer birtakım kan faktörlerinin etkisiyle pıhtılaşır, bu kanın ekstrinsik yolla pıhtılaşması demektir.

Bir de kanımız birtakım yüzeylerin (örneğin cam) etkisiyle damar içinde pıhtılaşır. Bu durumda da pıhtı damarları tıkayabileceğinden daha farklı sağlık sorunları oluşabilir. Bu da kanın intrinsik yolla pıhtılaşması demektir.

Kan pıhtısı, fibrin ipliklerinden ve fibrini çapraz bağlarla kararlı hale getiren faktör XIIIa adlı bir başka proteinin oluşturduğu bir ağdan ve buna tutunan kan pulcuklarından ve kan hücrelerinden oluşur. Kanın damardan dışarı akışını engelleyebilmesi için pıhtının mekanik gerilime dayanıklı ve elastik olması gerekir.

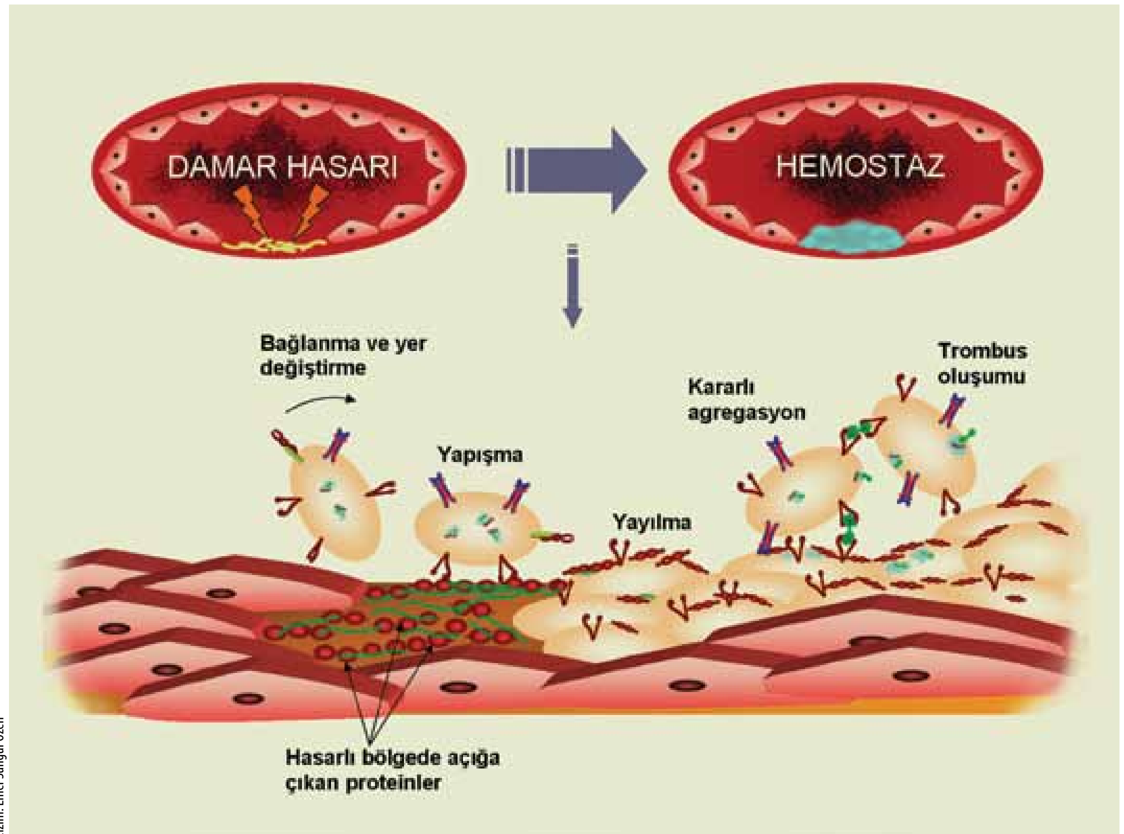
Pıhtılaşmanın ekstrinsik aktivasyonu doku hasarıyla tahrip olan hücrelerden salınan maddelerle uyarılır. Bu maddelerin en önemlisi, pıhtılaşma faktörü VII'yi aktive eden doku tromboplastinidir.

İntrinsik yol, temasla aktivasyon yolu olarak da bilinir ve normal fizyolojik koşullarda ekstrinsik yola göre kanamanın durdurulmasında daha az önemli. Ancak kan yağlarının yüksek olduğu (hiperlipidemik) durumlarda, bakteriyel sızıntılar gibi anormal fizyolojik koşullarda intrinsik yol üzerinden aktivasyon gerçekleşebilir. İntrinsik yolda Faktör VIII, IX, X, XI ve XII gereklidir. Pıhtılaşmanın aktivasyonunda başlatıcı olay kanın yüzeylerle temasıdır. Bu yüzeyler cam, kaolin, asbest, ürik asit kristalleri, uzun zincirli yağ asitleri, fosfolipidler, dolaşımdaki çok düşük yoğunluklu lipoproteinler ve şilomikronlar gibi lipoprotein parçacıkları ve benzeri maddeler olabilir. Bu da hiperlipidemi sonucu damar tıkanıklığı ile damar sertliği (atherosklerozis) gelişimine temeldir. Ancak aktivasyon ne şekilde başlatılırsa başlatılsın, bir noktadan sonra her iki yol birleşerek fibrinojenin fibrine dönüşümü gerçekleşir. İnsan saç telinden 1000 kat ince kan lifleri bir araya gelip kanı pıhtılaştırır.

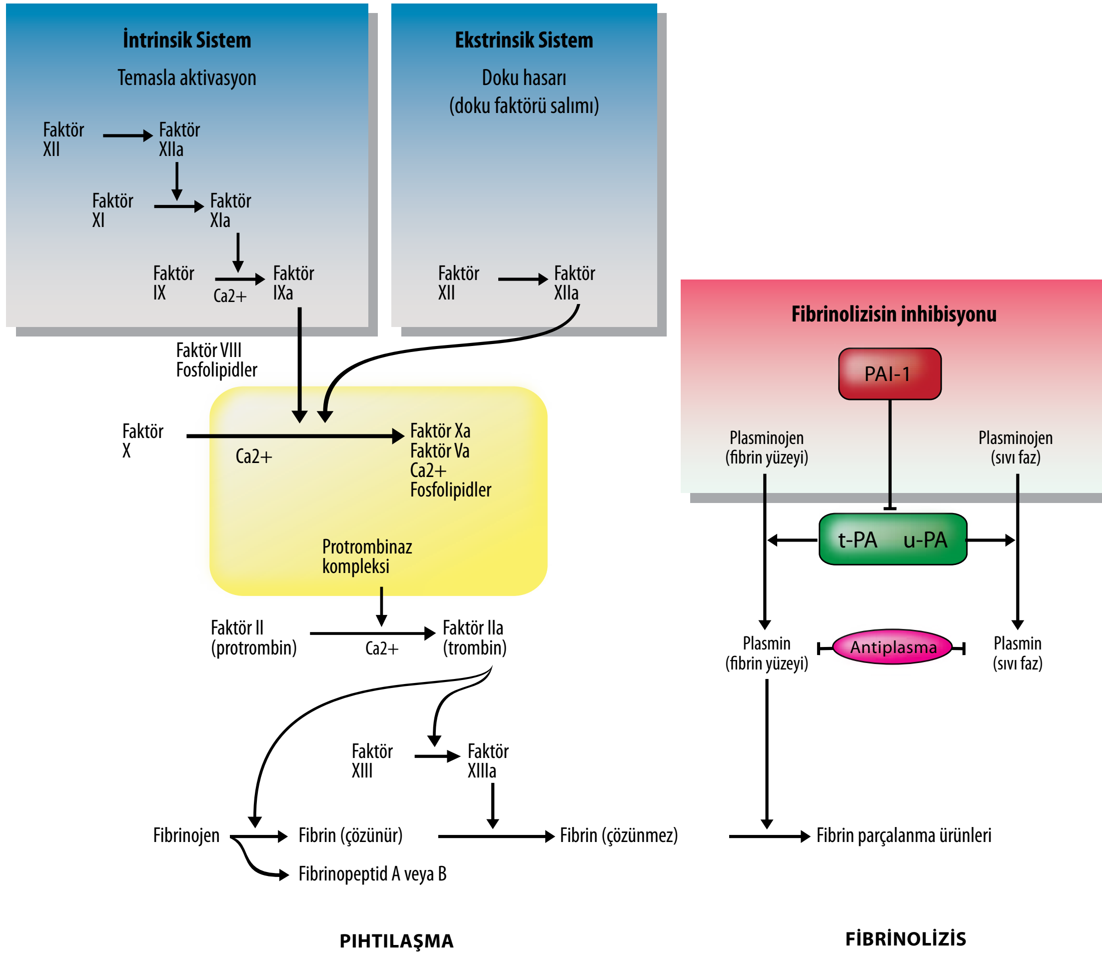
Oluşan pıhtının yok olması "fibrinolitik sistem" denilen mekanizmayla gerçekleşir. Sağlıklı fizyolojik koşullarda damar sisteminde pıhtılaşma işlemi sürekli olarak devam eder ve sürekli fibrin birikimi gerçekleşir. Fibrinolitik sistem, bu fibrin birikintilerini çözerek pıhtılaşma sistemini sürekli olarak dengelemekle görevlidir. Yani kan pıhtılaşma ve fibrinolizis sistemleri dinamik denge durumundadır ve damarlarda kanın akıcılığını korur.

Fibrinojen sadece kan plazmasında değil, aynı zamanda çeşitli vücut sıvılarında da (lenf sıvısı, iltihabi sıvı birikintileri vb.) bulunur. Çeşitli karaciğer rahatsızlıklarında fibrinojen üretiminin bozulmasıyla kandaki fibrinojen miktarı azalır. Gebelik, eklem romatizması ve iltihabi durumlarda kanda fibrinojen miktarı artar. Doğum sonrası veya bazı rahatsızlıklarda fibrinojen görev yapamayabilir. Bu gibi durumlarda insan plazmasında yoğunlaştırılmış fibronojenin hastaya verilmesi, eksiklik belirtilerini ortadan kaldırır.

Kanda yaklaşık 1,0-4,0 g/L olan normal değerinin üstünde gözlenmesi kalp-damar hastalığı ya da sistemik yangılı hastalıklar ile ilişkilendiriliyor. Son araştırmalar fibrinin iltihaplı bir otoimmün hastalık olan romatoid artritte iltihap oluşumu ve hastalığın ilerlemesinde kilit rol oynadığını gösteriyor.



Çizim: Emel Sungur Özen



Bazı kan pıhtılaşma faktörleri: Bu faktörlerden bazıları pıhtılaşmada bazıları da pıhtıyı çözen sistemde (fibrinolizis) önemli. Bir örnek vermek gerekirse: Kan tahlili yaptırdınız ve kanınızdaki fibrinojen miktarı olması gerekenin % 17'si çıktı. Bu durumda eliniz kesildiğinde kanınızın pıhtılaşması sorun olabilir yani kanamayı durduramayabilirsiniz, ki bu tehlikedesiniz demektir. Ya da milyonda bir olasılıkla rastlanan bir durum olan faktör XII eksikliğiniz var. Bu genetik bir sorun. Bu durumda pıhtılaşmada bir sorun ortaya çıkmaz, ancak pıhtıyı çözen sistem çalışmayacağından damar içerisinde biriken pıhtıdan dolayı damar tıkanıklığı riski vardır.

Fibrin fiberlerinin doğadaki bilinen en esnek fiberler olduğunu gösteren bu keşif, tıp araştırmacılarının daha kesin kan pıhtılaşma modelleri oluşturabilmesinin, yaraların iyileşme süreçlerinin daha iyi anlaşılmasının, kalp atımını ve kalp krizleri hakkında daha geniş bilgilere ulaşılmasının önünü açıyor.

Faktör	Kandaki miktarı (μg/mL)	Pıhtılaşma için yeterli miktar (% normal derişim)
Fibrinojen	3000	30
Protrombin	100	40
Faktör V	10	10-15
Faktör VII	0,5	5-10
Faktör VIII	0,1	10-40
Faktör IX	5	10-40
Faktör X	10	10-15
Faktör XI	5	20-30
Faktör XIII	30	1-5
Faktör XII	30	0
Prekallikrein	40	0
Yüksek molekül ağırlıklı kininojen	100	0



Prof. Dr. Adil Denizli 1985 yılında Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Yüksek lisans ve doktora eğitimini aynı bölümde tamamladı. 1994'te Kimyasal Teknolojiler Doçenti oldu. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan 300'ün üzerinde araştırma makalesi 5000'in üzerinde atıf alan Prof. Dr. Denizli, 1998'de TÜBİTAK teşvik ödülü, 2006 yılında da TÜBİTAK Bilim Ödülü'nü kazandı. Türkiye Bilimler Akademisi üyesi olan Denizli, halen Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak görev yapıyor.



Doç. Dr. Handan Yavuz 1997'de Hacettepe Üniversitesi Kimya Bölümü'nden mezun oldu. 1999'da yüksek lisans, 2003 yılında da doktora eğitimini aynı bölümde tamamladı. 2007'de Biyokimya Doçenti oldu. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan 45 araştırma makalesi 600'ün üzerinde atıf alan Yavuz, 2007'de Hacettepe Üniversitesi ve Popüler Bilim Dergisi'nin Temel Bilimler alanında verdiği teşvik ödülünü aldı. Halen Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalında öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Kaynaklar

Liu, W., Jawerth, L. M., Sparks, E. A., Flavo, M. R., Hantgan, R. R., Superfine, R., Lord, S. T., Guthold, M., "Fibrin fibers have extraordinary extensibility and elasticity", *Science*, Cilt 313, s. 634, Ağustos 2006.

http://themedicalbiochemistrypage.org/blood-coagulation.html

http://www.setma.com/article.cfm?ID=330

Erinç Bahçegül

Tarımsal Atıkların Çevre Dostu Plastiklere Dönüşümü

Son dönemin en popüler konularından biri olan doğada yok olabilen çevre dostu plastikler, gıda maddelerinden ve çoğunlukla da mısırdan üretildikleri için pek de insanın dostu gibi görünmüyor. Tarımsal atıklardan elde edilen çevre dostu plastikler ise umut vaat eden bir alternatif olarak karşımıza çıkıyor.



>>>



Sentetik plastikler, insan ve doğa

Sentetik plastikler ya da bir diğer deyişle petrol temelli plastikler ucuz ve dayanıklı olmaları, pek çok farklı uygulama alanında kullanılabilmeleri ve pek çok değişik şekle sokulabilmeleri gibi özellikleri nedeniyle yaşantımızın her alanında yer alıyor. Aslında, bazen farkında olmasak bile, yaşantımızda plastiğin olmadığı bir an bulmak hayli zor. Bazı plastiklerle uzun süreli ilişkimiz olur, örneğin cep telefonumuzun dış yüzeyini oluşturan plastik kılıfla. Bazı plastiklerle ise ilişkimiz hayli kısa sürelidir. Marketten alışveriş yaptığımızda evimize getirdiğimiz ve sonra belki de çöp torbası olarak kullanıp kapının önüne koyduğumuz plastiklerle olduğu gibi. Her ne kadar bizler bu ilişkinin süresini belirleyebilecek durumda olsak da, doğanın plastiklerle ilişkisinde durum farklı. Doğanın sentetik plastiklerle olan ilişkisi her zaman uzun süreli ve bu durum doğa açısından davetsiz bir misafirin yıllarca evinizde kalmasına benziyor, zira insanın tersine doğanın bu plastiklerden hiç bir kazanımı yok.

Doğaya verdikleri zarar dışında sentetik plastiklerle ilgili bir diğer önemli sorun ise, bu plastiklerin petrol temelli olması. Alışveriş torbalarının yapımında kullanılan polietilen gibi plastiklerin temel ham maddesi, petrol rafinerilerinde yan ürün olarak elde edilen maddelerdir (etilen). Petrolün yenilenebilir bir kaynak olmaması ve bir gün tükenecek olması, petrole bağımlı sentetik plastikler bağlamında düşünülmesi gereken önemli bir diğer sorundur.

Plastiklerin yaşantımızın her alanına girmesinde dayanıklı olmalarının rolü hayli büyük, fakat pek çok durumda bu dayanıklılık aslında gerekenden fazla. Hemen yemek üzere satın aldığımız bir sandviçin içinde verildiği ince plastik kutuları düşünelim. Bu tür bir plastiği kullanma süremiz, sandviçi yeme hızımıza bağlı olarak en fazla 15-20 dakikadır, ancak aynı plastiğin doğada kaybolma süresi yüzyıllar ile ifade edilir. Sentetik plastiklerin doğada bu kadar uzun bir süre varlıklarını sürdürebilmesinin başlıca nedenlerinden biri biyobozunur olmamalarıdır.

Biyobozunma nedir?

Biyobozunma doğaya bırakılan bir maddenin zamanla çeşitli mikroorganizmalar tarafından yapıtaşlarına ayrılması ve tüketilmesidir. Biyobozunmayı anlamak için ilk olarak plastiğin yapısını anlamak faydalı olur. Plastik olarak nitelendirdiğimiz malzemeler polimerlerden, yani kimyasal yapılardan oluşur. Polimerler yan yana dizilmiş ve birbirlerine kuvvetli kimyasal bağlarla bağlanmış monomer ismi verilen küçük moleküllerden meydana gelir. Polimerin yapıtaşları olan monomerlerden oluşan bu yapıya polimer zinciri adı verilir. Bir polimer zinciri yüz binlerce monomerin yan yana dizilmesiyle oluşabileceği gibi çok daha az sayıda monomerden de oluşabilmektedir. Pek çok monomerin bir araya gelmesinden oluştuğu için polimer molekülleri genellikle hayli büyük moleküllerdir. Plastik, üç boyutlu düzlemde bir arada bulunan ve birbiriyle etkileşim içinde olan pek çok polimer zincirinin bir araya gelmesiyle oluşur.

Biyobozunmanın gerçekleşebilmesi için bozunmaya uğrayacak maddenin mikroorganizma için işe yarar olması, bir diğer deyişle mikroorganizmanın bu maddenin parçalanmasından bir kazancı olması gerekiyor. Çoğu zaman bu kazanç mikroorganizmanın biyobozunmaya uğraması istenilen maddeyi parçalayınca enerji ya da işine yarayacak çeşitli yapıtaşları elde edecek olmasıdır. Biyobozunma için gereken bir diğer önkoşul ise mikroorganizmanın, özellikle polimerler gibi uzun ve büyük moleküler yapılar söz konusu olduğunda, bu yapıları meydana getiren yapıtaşları arasındaki kuvvetli kimyasal bağları parçalayabilecek enzimlere sahip olmasıdır. Bu duruma kendi sindirim sistemimizle ilgili bir örnek verebiliriz. Bilindiği üzere pamuk insan için bir besin maddesi değildir. Selülozdan oluşan pamuk, sindirim sistemimizde parçalanmaya uğramaz ve bu nedenle bize enerji kazandıramaz. Ancak aynı durum nişasta için geçerli değildir. Nişasta içeren bir besin, örneğin patates tükettiğimizde nişasta sindirim sistemimizde önce yapıtaşlarına ayrılır, daha sonra vücudumuz bu yapıtaşlarından enerji elde eder. Aslında hem selüloz hem de nişasta yapıtaşları glikoz olan doğal polimerlerdir. Aralarındaki temel fark, yapıtaşlarının birbirlerine farklı şekilde bağlanmasıdır. Vücudumuzda nişastayı oluşturan glikoz molekülleri arasındaki bağları parçalayacak enzimler bulunurken, selülozu oluşturan aynı glikoz moleküllerinin arasındaki farklı türde bağları parçalayacak enzimler bulunmaz. Bu nedenle vücudumuz nişastayı parçalayarak glikoz elde edebilir ve glikozun da parçalanmasıyla enerji elde edebiliriz ancak nişastayla aynı yapıtaşından oluşan selüloz için bu durum geçerli değildir. Benzer şekilde, sentetik plastiklerin büyük kısmı doğada da bolca bulunan karbon ve hidrojen gibi elementlerin oluşturduğu moleküllerden meydana gelmesine rağmen pek çok mikroorganizma bu molekülleri birbirlerine bağlayan bağları kırabilecek enzimlere sahip olmadığından, polimer yapılarından herhangi bir enerji ya da yapıtaşı elde edemezler.

Bir polimerin biyobozunmaya uğrayabilmesi için uzun polimer zincirinin daha küçük parçalara ayrılması şarttır, çünkü polimer molekülleri mikroorganizmaların hücre zarından geçemeyecek kadar büyüktür. Yeteri kadar küçültülmüş moleküller mikroorganizmaların hücre zarından geçerek hücre içinde daha ileri düzeyde parçalanabilir ve mikroorganizmanın çeşitli işlevleri için kullanılabilir duruma gelir. Sentetik polimerler ise insan eliyle sentezlenmiş ve doğada bulunmayan kimyasal yapılardır. Bu nedenle doğada bulunan mikroorganizmaların pek çoğunda bu polimerlerin yapıtaşları arasındaki bağları parçalayabilecek ve polimer zincirini kısaltacak enzimler yoktur. Polimer zincirinin parçalanması, enzimlerin etkisi dışında güneş ışınları, sıcaklık, nem ve oksijenin etkisi gibi başka çevresel etkenlerle de meydana gelebilir. Bu şekilde yeteri kadar küçültülmüş sentetik polimerler, daha sonra mikroorganizmalar tarafından bozunmaya uğratılabilir fakat doğal koşullar altında sentetik polimer zincirlerinin parçalanması çok uzun sürer. Bir diğer değişle aslında sentetik polimerler doğada yüzyıllar boyunca hiç bozulmadan kalmazlar, polimer zincirleri zamanla parçalanır ancak bu süreç son derece yavaştır.





Biyobozunur plastikler

Biyobozunmayla ilgili olarak sentetik polimerler açısından geçerli olan bu durum, doğada halihazırda bulunan polimerler için geçerli değildir. Doğa bu polimerleri kendisi üretir ve yine doğada bulunan mikroorganizmalar bu polimerlerin yapıtaşları arasındaki bağları parçalayabilecek enzimler üretebilir. Bu nedenle nişasta ve selüloz gibi doğal polimerlerin biyobozunmaları doğada sentetik plastiklere kıyasla çok daha hızlı gerçekleşir.

Sentetik plastiklerle kıyaslandığında henüz hayli düşük bir pazar payına sahip olan biyobozunur plastiklerin kullanımı günümüzde hızla artıyor. Şu anda çeşitli alanlarda kullanılan biyobozunur plastikler içinde en yaygın olanlar nişasta temelli biyobozunur plastikler. Nişasta temelli bu plastiklerin kullanımı, kısa süreli ancak yoğun olarak kullanıldıkları alanlarda -alışveriş poşetleri gibi- her geçen gün daha da yaygınlaşıyor. Nişastanın kullanımı, hem doğal ve yenilenebilir bir kaynak olması hem de nişastadan elde edilen plastiklerin mukavemetinin bu alanda kullanılan en yaygın polimer olan polietilene yakın olması nedeniyle hayli cazip. Doğal bir polimer olan nişastanın çeşitli kimyasal işlemlerle değiştirilip sentetik plastiklerin üretildiği ekipmanlarla üretilebilir hale getirilmesi de özellikle konunun ekonomik açıdan önemli diğer bir noktası. Nişasta temelli plastikler kadar yaygın olmasa da biyobozunur polimerler arasında önemli yer tutan bir diğer polimer de polilaktik asit. Bu polimerden elde edilen plastikler de hayli iyi mukavemete ve ayrıca saydamlık gibi çeşitli plastik uygulamalarında istenilen optik özelliklere de sahip. Fakat polilaktik asitin üretimi de günümüzde çoğunlukla nişastadan elde edilen glikoza dayanıyor. Ancak çoğunlukla mısırdan elde edilen nişastadan üretilen bu tür plastiklerin kullanımı arttıkça, bu plastikler en temel besin maddelerinden biri olan nişastanın gıdasal işlevi ile rekabete girecektir. Bu durum ise, dünyamızda gıda sıkıntısının ciddi bir sorun olduğu düşünüldüğünde, nişasta temelli bu tür plastiklerin yaygın olarak kullanılmasının önündeki en önemli soru işaretidir.

Tarımsal atıklardan elde edilen biyobozunur plastikler

Nişasta temelli plastiklerle ilgili sorunlar, biyobozunur plastiklerin gıdasal işleve sahip olmayan doğal kaynaklardan elde edilmesini gündeme getiriyor. Tarımsal atıklar, hem ekonomik değerlerinin son derece düşük olması hem de gıdasal herhangi bir işlevle-



rinin olmaması nedeniyle, biyobozunur plastik üretimine ham madde teşkil etmek açısından hayli uygun kaynaklardır. Ayrıca tarımsal atıkların sınırlı kullanım alanına sahip olması ve bertaraf edilmelerinin sıkıntı yaratması bu atıkların değerlendirilmesini önemli hale getirmektedir. Biyobozunur plastik üretimi için tarımsal atıkların değişik kısımlarının (gövdelerive sapları gibi) kullanılması mümkündür. Tarımsal atıklardan biyobozunur plastik üretiminde bitki hücrelerinin duvarı temel alınır. Bitkilerin hücre duvarları iç içe geçmiş farklı üç polimerden oluşur. Bu polimerler selüloz, hemiselüloz ve lignindir. Bu üç polimerin oluşturduğu yapıya lignoselülozik yapı adı verilir.

Hemiselüloz, doğada selülozdan sonra en çok bulunan ikinci polimer olmasına rağmen kullanım alanı hayli kısıtlıdır. Hemiselüloz biyobozunur bir polimer olduğundan çevre dostu plastiklerin üretimi için uygun bir aday olarak görülüyor. Tarımsal atıklardan hemiselüloz temelli biyobozunur plastik üretimindeki en önemli aşama, bitkinin hücre duvarında bulunan lignoselülozik yapıdan hemiselülozun ayrıştırılmasıdır. Bu işlem sırasında ilk olarak çeşitli kimyasal işlemlerle üçlü polimer yapısını bir arada tutan bağlar kırılır, ardından da serbest hale gelen hemiselülozun uygun sıvı ortama geçmesi sağlanır. Sıvı ortamda çözünmüş halde bulunan hemiselüloz, sıvının buharlaştırılması ya da sıvıya hemiselülozun çökmesini sağlayan maddelerin eklenmesiyle elde edilir. Bu şekilde elde edilen hemiselüloz gıda paketlemesi, alışveriş poşeti gibi uygulamalarda kullanılabilecek kadar ince plastik filmlerin yapımında kullanılabilir. Çeşitli hububatların sapları ve kepekleri, mısır koçanı, saman ve talaş gibi tarımsal atıklar kullanılarak üretilen plastik filmlere bilimsel yayınlarda rastlanmaktadır.



Hemiselüloz temelli plastik filmlerin biyobozunur olmak dışında en önemli özelliklerinden biri, çok düşük oksijen geçirgenliğine sahip olmaları yani bir diğer deyişle oksijene karşı çok iyi bir bariyer oluşturmalarıdır. Oksijen geçirgenliği özellikle gıda paketlemesi alanında en önemli konulardan biridir, çünkü oksijen mikroorganizmaların çoğalmasını da teşvik eden bir faktör olduğundan varlığı gıdanın raf ömrünün kısalmasına neden olur. Günümüzde gıda paketlemesi uygulamalarında oksijen geçirgenli-

ğini düşürmek ve gıdaların tazeliğini daha uzun süre muhafaza etmek amacıyla etilen vinil alkol ya da alüminyum folyo gibi yüksek oksijen bariyeri özelliği bulunan malzemeler kullanılıyor. Hemiselüloz temelli plastik filmlerin oksijen bariyeri özelliği ise bu malzemelere biyobozunur ve doğal bir alternatif olduğundan, hemiselüloz temelli filmlerin ticarileşmesinde önemli rol oynuyor. Örneğin günümüzde hemiselüloz temelli plastik filmlerin ticarileşmiş tek uygulama alanı, filmlerin bariyer özelliklerinin diğer sentetik plastikler ya da karton temelli ambalajlarla birlikte kullanılması sonucu karşımıza çıkıyor. Literatürde bu uygulama dışında çeşitli örnekler olmasına karşın, bu plastiklerin başka malzemelerle desteklenmeden tek başlarına kullanıldığı ticari bir uygulama henüz yok. Ancak lignoselülozik tarımsal atıklara olan ilginin hızla arttığını düşünürsek, yakın zamanda bu tarz ticari uygulama alanlarının da ortaya çıkacağını öngörmek yanlış olmaz.

Lignoselülozik tarımsal atıklardan biyobozunur plastikler üretmenin bir diğer avantajını anlamamız için daha geniş ölçekli düşünmemizde fayda var. Petrolün gün geçtikçe tükenmesi ve petrol fiyatlarındaki artışların da etkisiyle, çevreci bir yakıt olan etanolün üretimi son yıllarda büyük önem kazandı ve her geçen gün bu yakıtın kullanımı ve buna paralel olarak da üretim kapasitesi artıyor. Ancak tıpkı biyobozunur plastiklerin üretiminde olduğu gibi, etanolün üretildiği temel kaynak da mısır nişastası. Bu durum mısır fiyatlarında artışa, hatta ABD gibi mısır üreticisi büyük ülkelerin bile zaman zaman mısır ithalatını düşünmesine neden oluyor. Her ne kadar yenilenebilir bir kaynak olsa da, mısırın dünyanın her geçen gün artan etanol talebine cevap vermesi, besin olarak da tüketildiği düşünüldüğünde uzun vadede zor görünüyor. Bu nedenle pek çok ülke mısıra alternatif oluşturacak ham madde arayışı içinde; bu alternatifler içinde öne çıkanlardan biri de lignoselülozik tarımsal atıklar. Lignoselülozik atıklardan etanol üretimi için ilk olarak lignoselülozik yapının parçalanması ve bu yapı içinde yer alan selülozun ayrıştırılması gerekiyor. Bu işlem sırasında biyobozunur plastiklerin üretilebileceği hemiselüloz bir yan ürün olarak açığa çıkıyor. Lignoselülozik atıklardan etanol üretiminin önündeki en büyük engellerden biri, bu işlemin maliyetinin nişasta temelli üretim sistemine kıyasla daha fazla olmasıdır. Yan ürün olarak ortaya çıkan hemiselülozun biyobozunur plastik üretiminde kullanılabilir olması ise fazladan bir katma değer yaratarak, lignoselülozik tarımsal atıklardan etanol üretimini daha rekabetçi hale getiriyor. Bir diğer deyişle hemiselüloz temelli biyobozunur plastiklerin tarımsal atıklardan etanol üretim sürecine uyumlu olması, bu tür plastiklerin potansiyel avantajlarından biridir.

Hem bilimsel yayınlar hem de ticari uygulamalar göz önüne alındığında, tarımsal atıklardan hemiselüloz temelli biyobozunur plastiklerin üretilmesi, nişasta temelli biyobozunur plastiklere göre daha yeni bir konu. Bu durum da hemen hemen her yeni teknolojide olduğu gibi beraberinde henüz tam olarak çözülememiş bir takım sorunlar getiriyor. Bu sorunlar arasında bu tür plastiklerin suya karşı dirençlerinin düşüklüğü önemli yer tutuyor. Hemiselüloz temelli biyobozunur plastikler suya maruz kaldıklarında ya da yüksek nemli ortamlarda bırakıldıklarında çok kısa süre içinde mukavemetlerini kaybediyorlar. Ayrıca bu plastiklerin önemli bir özelliği olan oksijen bariyeri özelliği de bu koşullar altında ortadan kalkıyor. Konuyla ilgili son yıllarda-





ki bilimsel yayınlar göz önüne alındığında, bu sorunu çözmek için değişik yaklaşımlar olduğu gözlense de henüz üzerinde fikir birliği bulunan bir yaklaşım yok. Hemiselüloz temelli plastiklerin bir diğer sorunu ise bu tür plastiklerin özellikle sentetik plastiklerle kıyaslandıklarında, istenilen mukavemete sahip olmaması. Bu konuyla ilgili olarak da çeşitli çalışmalar bulunmasına karşın henüz bu plastikler mukavemetleri açısından istenilen düzeye getirilebilmiş değil.



Ülkemiz tarımsal üretim ve bunun sonucu olarak da tarımsal atıklar açısından dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer alıyor. Ülkemizde pamuk, ayçiçeği, mısır, buğday ve şeker pancarı gibi tarımsal ürünlerden yıllık 40-50 milyon ton civarında tarımsal atık ortaya çıkıyor. Ancak bu tarımsal atıklar çoğunlukla hayvan yemi gibi düşük katma değerli ürünler olarak değerlendirilirken bir kısmı da hiç değerlendirilmiyor. Tarımsal atıklardan hemiselüloz temelli biyobozunur plastik filmlerin üretilmesi ile ilgili olarak Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü Endüstriyel Biyoteknoloji Laboratuvarı'nda Prof. Dr. Ufuk BakırBölükbaşı'nın liderliğindeki araştırma grubunun yapmakta olduğu çeşitli araştırmalar var. TÜBİTAK tarafından da desteklenen bu araştırmalarda özellikle ülkemizde yüksek miktarda üretilen pamuk ve ayçiçeğinin tarımsal atıkları olan pamuk sapı ve ayçiçeği sapı gibi lignoselülozik yapılardan biyobozunur plastik filmler üretiliyor ve bunların çeşitli özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine çalışmalar yapılıyor. Pamuk ve ayçiçeği sapından üretilen plastik filmlerin biyobozunurluk testlerinden elde edilen sonuçlara göre, bu plastikler çevreden alınan toprak altında herhangi bir özel mikroorganizma türüne ihtiyaç duymadan 6 ila 8 ay içinde kütlelerinin önemli bir kısmını kaybediyor. Bu sonuç, pamuk sapı ve ayçiçeği sapı gibi tarımsal atıklardan üretilen hemiselüloz temelli biyobozunur plastiklerin, sentetik plastiklerin yüzyıllar süren bozunma süreçleri göz önüne alındığında, toprak altında hayli hızlı bir şekilde biyobozunmaya maruz kaldığını ortaya koyuyor. Örneğin ülkemizde yüksek miktarda üretilen pamuğun hasat sonrasında tarlada bırakılan ve anız olarak adlandırılan sap kısımları yakılıyor. Bu durum çevreye karbon monoksit gibi zararlı gazların yayılımına neden olduğu gibi, zaman zaman bitişik alanlara da sıçrayarak orman yangınlarına neden olabiliyor. Bu nedenle, bu tür atıklardan faydalanılması ayrıca önem taşıyor.

Sonuç olarak sentetik plastiklerin doğada, kullanım sürelerine oranla çok daha uzun süre varlıklarını sürdürmesi yüzünden çevresel kirliliğe neden olmaları, petrole bağımlı olmaları, doğada mikroorganizmalar aracılığıyla yok olan biyobozunur plastiklere olan ilgiyi ve ihtiyacı her geçen gün artırıyor. Ancak günümüzde biyobozunur plastiklerin önemli bir kısmının aslen bir gıda maddesi olan nişastadan üretilmekte olduğu gerçeği ve hâlihazırda önemli bir sorun olan dünyadaki gıda sıkıntısı göz önüne alındığında, bu tür nişasta temelli plastiklerin yüksek miktarlarda üretilmesi sonucunda daha ciddi problemlerin ortaya çıkacağı öngörülüyor. Bu nedenle gıdasal işlevi bulunmayan, ucuz, yüksek miktarlarda üretilen ve sınırlı kullanım alanı olan lignoselülozik tarımsal atıklardan üretilen biyobozunur plastikler, nişasta temelli biyobozunur plastiklere önemli bir alternatif oluşturuyor. Yüksek miktarda tarımsal atığın üretildiği bir ülke olarak Türkiye, bu tür ürünlerin geniş ölçekte üretilmesi için özellikle elverişli bir konumda. Tarımsal atıklara işe yaramayan ve bertarafı sıkıntı yaratan maddeler olarak bakmak yerine, onları doğal zenginliğimiz olarak görmemiz ve onlardan çeşitli teknolojiler yardımıyla yüksek katma değerli ürünler elde etmeye odaklanmamız gerekiyor.



1982'de İstanbul'da doğdu. Lisans öğrenimini ODTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 2009'da tarımsal atıklardan biyoplastiklerin üretimini konu alan teziyle ODTÜ Biyoteknoloji Bölümü'nden yüksek lisans derecesi aldı. Halen ODTÜ Biyoteknoloji Bölümü'nde doktora öğrencisi olarak tarımsal atıkların katma değerli ürünlere dönüştürülmesi ile ilgili çalışmalar yapıyor.



Kaynaklar

Hansen, N. M. L., Plackett, D., "Sustainable Films and Coatings from Hemicelluloses: A Review", *Biomacromolecules*, Cilt 9, Sayı 6, s.1493-1505, 2008.
Göksu, E. I., Karamanlıoğlu, M., Bakır, U., Yılmaz, L., Yılmazer, Ü., "Production and Characterization of Films from Cotton Stalk Xylan", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Cilt 55, Sayı 26, s.10685-10691, 2007.
Kayserilioğlu, B. Ş., Bakır, U., Yılmaz, L., Akkaş, N., "Use of xylan, an agricultural by-product, in wheat gluten based biodegradable films: mechanical, solubility and water vapor transfer rate properties", *Bioresource Technology*, Cilt 87, Sayı 3, s.239-246, 2003.
http://www.xylophane.com
http://www.ers.usda.gov/amberwaves/april06/features/ethanol.htm
Erdallı, Y., Uzun, D., "Türkiye'deki tarım atıklarının ve tatlı sorgumun enerji eldesi amacıyla değerlendirilmesi"
http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/a029f04d76d32e7_ek.pdf?dergi=177

*Esin Günay **

*Yusuf Öztürk ***

*Meryem Sarıgüzel ***

*Dr., Başuzman Araştırmacı,
**Araştırmacı,
TÜBİTAK MAM,
Malzeme Enstitüsü

Maddenin "İç Evrenini" Tanımlamak: X-Işınları



Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)

X-ışını yansıması, son yıllarda hızlı gelişim göstermiş analiz yöntemlerinden biridir. Katı maddelerin tanımlanması ve içeriklerinin belirlenmesi için maddeler X-ışınına tabi tutularak "parmak izi" denilen ve her malzeme için özel olan veriler elde edilir. Bu verilerin yorumlanması sonucu maddenin iç yapısı çözümlenmiş olur.

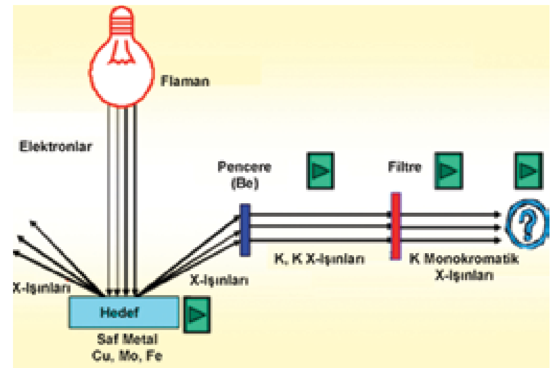
X-ışınları 1895'te Alman fizikçi Wilhelm Conrad Röntgen tarafından bulundu ve Röntgen 1901 yılında bu buluşuyla Nobel Ödülü kazandı. Zaman içerisinde "Röntgen ışınları" olarak anılmaya başlanan X-ışınlarının, farklı kalınlıktaki malzemelerden farklı şiddette geçtiğini gözlemleyen Röntgen, 28 Aralık 1895'te tarihteki ilk tıbbi X-ışını radyografisini (Röntgen filmi) resmen duyurdu. X-ışınları, morötesi ışınlardan daha düşük, gama ışınlarından daha yüksek dalga boyuna sahip düşük enerjili bir ışımadır ve geleneksel ışıktan farklı olarak gözle görülmez.

X-ışınlarının, maddenin içine işleme kabiliyeti fazladır, çeşitli organik maddeler tarafından büyük ölçüde emildiğinden tıpta çok önemli uygulamaları vardır. Radyoskopi, radyografi, tomografi ve radyoterapi bu uygulamalar arasında yer alır. X-ışını yansıması yöntemi ile malzemelerin içerdiği bileşikler ve miktarları, kristallerin yapısı, amorf (camsı) madde miktarı, kristalleşme yüzdesi, kristallerin boyutları ve yönlenmeleri belirlenebilir. X-ışınları ile yapılan malzeme analizleri tahribata yol açmadığı ve hızlı olduğundan birçok endüstri kolunda, özellikle seramik, mineral ve organik malzeme analizlerinde X-ışınları kullanılır.

X-Işını Yansıması Nedir?

X-ışını yansıması, tozda ve katı maddelerde bulunan ve faz olarak bilinen çeşitli kristal formların (bileşiklerin) tanımlanmasını ve nicel olarak miktarlarının belirlenmesini sağlayan çok yönlü, tahribata yol açmayan bir analiz yöntemidir.

Her madde atomlardan oluşur. Atomlar ise maddenin içerisinde belirli dizilimlere sahiptir. Aynı yönde dizilen atomlar düzlemi oluşturur. Birbirlerine paralel iki düzlem arasındaki mesafeye düzlemler arası mesafe denir. Analiz edilecek madde, X-Işını Kırınım Ölçer (XRD) olarak adlandırılan cihazın içine konularak, üzerine istenilen açılarda X-ışını gelmesi sağlanır. Maddeye çarpan X-ışınları, sadece o maddenin içeriğine bağlı olarak, belirli düzlemlerden farklı şiddetlerde yansır. Yansıyan X-ışınları, dedektör (algılayıcı) tarafından algılanır ve bilgisayar ortamında grafiğe çevrilir. Bu grafiklerin, 70.000 fazdan fazla referans grafiğe sahip uluslararası veritabanı (ICDD) ile bilgisayar ortamında veya Hanawalt kitabından kıyaslanmasıyla malzemenin içeriği belirlenir.



Tipik bir X-ışını tüpü içindeki mekanizmanın şeması

X-Işını Kırınım Ölçer Cihazları (XRD)

XRD sistemi çoğunlukla ağır elementlerden oluşan, katı inorganik ve kristal maddelerin araştırılmasına uygun bir aletsel yöntemdir. Bu yöntem süper iletkenler, seramikler, metaller, alaşımlar, katı çözeltiler, heterojen katı karışımlar, çelik, kaplama malzemeleri, maden, toprak, safsızlık katılmış yarı iletkenler, böbrek ve mesane taşları, bazı boyar maddeler, pigmentler, çimentolar, doğal ve yapay mineraller ile polimerler gibi herhangi bir malzemenin içerdiği bileşiklerin belirlenmesinde, faz diyagramlarının ve faz dönüşümlerinin araştırıl-

masında yaygın kullanım alanına sahiptir. Yaygın olmamakla birlikte bazı katı organik bileşiklerin, katı organik polimerlerin, plastiklerin, organik boyar maddelerin analizinde de kullanılmaktadır.

X-Işını Yansımasıyla Bileşik Analizi

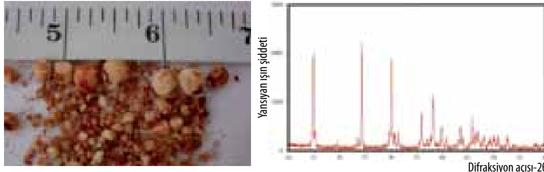
Nitel analiz, bir maddenin içindeki bileşik miktarını değil bileşiğin ne olduğunu tanımlamaya yönelik bir analizdir.

Analiz yöntemi maddelere farklı açılarda X-ışını gönderilmesi ve ışınların belirli şartları sağlayan düzlemlerden yansıması ilkesine dayanır. Gelen ışın ve yansıyan ışın arasındaki açı (kırınım açısı-2θ) ile yansıyan X-ışını şiddeti arasında karşılaştırmalı bir grafik çizilir. Bu grafik, X-ışını difraktogram grafiği olarak adlandırılır. Bu grafiklerdeki yansımaların 2θ değerleri,

$n\lambda=2d\sin\theta$ (Bragg kanunu)

formülünde yerine koyularak yapılan hesaplamalar sonucu, o yansımaya ait "d" (düzlemler arası mesafe) değeri bulunur. Formüldeki n bir tamsayı, λ değeri ise X-ışınının dalga boyunu tanımlar.

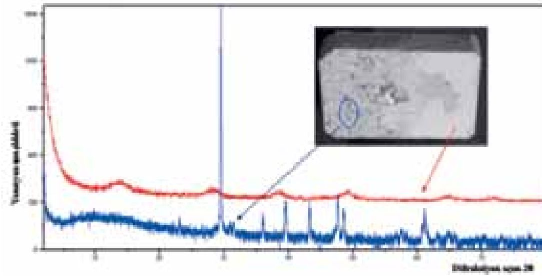
En şiddetli tepelerin elde edildiği düzlemlerden yola çıkılarak maddenin içeriği belirlenir. İçerik istenirse miktar olarak da belirlenebilir. Maddenin geçmişi ve içeriği hakkında bilgi veren bu analiz, tıbbi araştırmalarda da destek amaçlı olarak kullanılabilir. Örneğin böbrek taşlarında, böbrek taşından elde edilen difraktogram grafiğinin yorumlanması sonucu elde edilen bileşiğe bağlı olarak, doktorlar hastalarına özel diyet programı uygulayabilir veya taşın oluşumuna sebep olan faktörleri (genetik, ilaç kullanımı, beslenme gibi) irdeleyebilirler.



Böbrek taşının görüntüsü (Solda) ve böbrek taşına ait XRD grafiği (Sağda)

Noktasal Faz Analizi / Mikrodifraksiyon

Maddenin farklı bölgeleri değişik özellikler gösterebilir. Daha küçük alanlardan veri toplayabilmek amacıyla, noktasal odaklanmış X-ışını demeti kullanılır. Noktasal faz analizi yöntemi ile cihazdaki kamera yardımıyla istenen bölgeye ışın demeti gönderilerek, minimum 500 µm'lik (mikrometre) alandan faz analizi yapılabilmektedir. Böylece maddenin tamamı hakkında değil, sadece belli bir bölgesi hakkında bilgi elde edilebilmektedir.



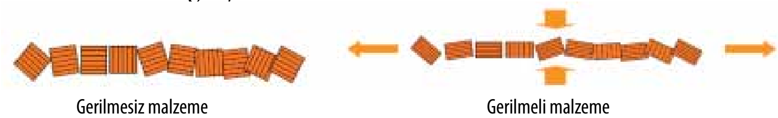
Aynı maddenin farklı bölgelerinden yapılmış noktasal faz analizleri sonucunda elde edilen grafikler

Farklı Atmosferik Koşullarda Difraksiyon

Atmosferik koşulların değiştirilmesiyle maddelerin içerdiği bileşikler değişim gösterebilir. Cihaz içerisinde sıcaklık ve basınç değerleri değiştirilerek, maddenin yapısında meydana gelen farklılaşma eş zamanlı olarak belirlenebilir.

Kalıntı Gerilmesi Analizi (Stres)

Gerilme (N/m2 - Newton/metrekare), maddelerde birim alana düşen kuvvettir. Tüm maddelerin içerisinde belirli gerilmeler olabilir. Bu gerilmeler gözle fark edilemez. Fakat gerilmelerin belli seviyenin üzerine çıkması, kullanım esnasında zamanla maddede bir takım deformasyonların oluşmasına neden olabilir. Dolayısıyla bu gerilmelerin bilinmesi önemlidir. X-ışınları yansıması yöntemi kullanılarak maddedeki, gözle görülmeyen seviyelerdeki gerilme değerleri ölçülebilir. Bazı uygulamalarda (örneğin makine parçaları), kullanım alanına göre, üretim sırasında maddede özellikle kalıntı gerilmesi oluşturulabilir. Kalıntı gerilmesi ölçümleri malzemelerde kullanım sonrası hasarların nedenlerini anlamakta faydalı olabileceği gibi, bilerek oluşturulmuş gerilmelerde bu gerilmenin kullanım sırasında malzemede yaratacağı problemler önceden izlenerek olası problemler için çözüm önerileri de geliştirilebilir.



Gerilmeli ve gerilmesiz malzemelerin içyapısının şeması

Sonuç olarak, maddelerin iç yapılarını tanımlamak, bir maddenin geçmişini öğrenebilmek ve gelecekte kullanılabileceği alanlar hakkında bilgi sahibi olabilmek için kullanılabilecek en hızlı yöntemlerden biri olan X-ışını kırınımı, malzeme bilimi başta olmak üzere başka pek çok bilim dalında araştırmalara ve tanımlamalara öncülük eden, tahribata yol açmayan bir inceleme yöntemidir.

Kaynaklar
www.nhn.ou.edu
www.taek.gov.tr
PANalytical Training Notes X'PERT PRO User's Guide
D.10.3.C.118.M224 PANalytical X-Işını Difraktometre cihazı kullanım kılavuzu

Abdurrahman Coşkun

Hücrenin Enerji Santrali

Mitokondri

Gezegenimizde yaşam var olduğundan bu yana, kullanılabilir enerji kaynaklarına sahip olmak tüm canlıların öncelikli sorunu olmuştur. En küçük hücreden en büyük devletlere kadar tüm organize yapılar kullanılabilir enerjiye sahip olmak için çalışıyor. Günümüzde büyük savaşların temelinde de bu yöndeki planlar ve çıkar çatışmaları yatıyor. Kullanılabilir enerji olmadan ne biyomoleküller, ne hücreler, ne organizmalar ne de devletler var olabilir. Doğal olarak canlı organizmaların en temel organizasyon birimi olan hücre içinde de yaşamsal işlevler için enerji sağlamak üzere özelleşmiş bir organel bulunuyor. Vücudumuzda üretilen enerjinin % 95'inden mitokondri adı verilen organeller sorumlu.

Enerji yaşam demek, var olmak demek. İnsan enerji açısından ne yazık ki dışa bağımlı ve enerjiyi doğrudan değil besin maddeleri içinde depolanmış olarak alıyor. Alınan besin ne olursa olsun tüm hücreler işlevleri için ATP (adenozin trifosfat) adı verilen bir bileşiğe gereksinim duyuyor. ATP tüm hücrelerin ortak enerji paketi olduğundan ATP'siz bir yaşam mümkün değildir. Kendi ATP'sini üretmek canlı olmanın belki de en temel unsuru. Bu nedenle hücreler kendilerine gönderilen besin maddelerini kullanarak ATP sentezlemek zorunda.

Peki nasıl?

Hücreler ATP'yi üç metabolik yoldan sentezliyor (metabolik yol yani belli bir amaca yönelik ve işbirliği içinde aktivite gösteren tepkimeler topluluğu): Glikoliz, Krebs döngüsü (sitrik asit döngüsü de denir) ve elektron transport zinciri.

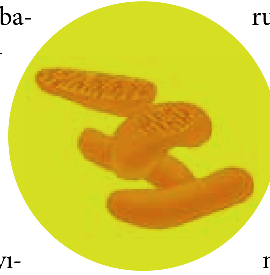
Glikoliz, yani glikozun parçalanması. Bu süreç tümüyle sitoplazmada gerçekleşiyor ve mitokondrileri olan hücrelerde pirüvat adlı bileşik bu sürecin son ürünü. Ancak açığa çıkan enerjiyle çok az sayıda ATP sentezlenebiliyor, her bir glikoz molekülü başına sadece iki ATP. Bu sayı kırmızı kan hücreleri (eritrositler, alyuvarlar) gibi bazı hücreler için yeterli olabilir, ancak diğer hücreler için son derece yetersiz. Bu nedenle hücreler glikolize ek olarak iki yola daha başvurmak zorunda. Bu iki süreçte pirüvatla birlikte proteinlerin ve yağların yıkım ürünleri olan maddeler de kullanıldığından hücre kaynak sıkıntısı çekmiyor. Ancak bir sorun var: Sitoplazmada Krebs döngüsü ve elektron transport zinciri için gerekli donanım yok. Hücre başka bir yapıya gereksinim duyuyor. Bunlar hücrenin enerji santralleri olarak nitelenebilecek, enerji konusunda uzmanlaşmış birimler olan mitokondriler. Enerjisini glikolizden sağlayan hücreler (örneğin eritrositler) dışındaki hücrelerde ATP'nin yaklaşık % 95'i mitokondrilerde sentezleniyor. Bu yeteneği mitokondriyi hücre için vazgeçilmez bir organel konumuna getiriyor. Mitokondri, hücrenin gelişmesi, büyümesi, çoğalması gibi tüm işlevleri için gerekli enerjiyi sağlıyor.

Yapısı

Mitokondriler ışık mikroskobuyla görülebilecek büyüklüktedir. Tüketilen enerji miktarına göre hücredeki sayıları değişebilir. Örneğin karaciğer hücrelerinde yaklaşık 1000 kadar mitokondri vardır. Öyle ki mitokondriler hücrenin toplam hacminin yaklaşık % 20 gibi büyük bir kısmını kaplar.

Mitokondri pek çok yönü ile diğer hücre içi organellerden farklılık gösterir. Öncelikle bazı açılardan başlı başına bir hücre gibi davranır. Ancak bu kendi kendine tamamen yeterli olmayan bir hücre veya hücreciktir. Mitokondrinin kendine ait genetik materyali yani DNA'sı vardır. Sahip olduğu DNA'yı kullanabilir ve protein sentezi için gerekli donanıma da sahiptir. Ancak bunlar mitokondrinin bağımsızlığı için yeterli değil ve mitokondri dışarıdan destek almak zorunda. Bu desteği de kuşkusuz kendisine hizmet ettiği hücre sağlıyor. Mitokondride görev alan çok sayıda biyomolekül, hücre tarafından sentezleniyor ve mitokondriye gönderiliyor.

Mitokondriler diğer organellerden farklı olarak iki zarla çevrelenirler: İç ve dış zarlar. Bu zarların yapı ve işlevleri birbirlerinden çok farklıdır. Dış zarın aksine iç zar oldukça kıvrımlı bir yapıya sahiptir ve çok sayıda protein barındırır. Canlı organizmalarda en çok protein içeren zarlardan biridir. Kıvrımlı yapısından dolayı iç zarın yüzey alanı dış zara göre çok daha geniştir. Bu kıvrımların her birine krista denir ve sayıları hücrenin işlevlerine göre değişir. Hücrenin iş yükü fazla ise daha çok ATP'ye gereksinim duyulacağından mitokondrilerdeki krista sayısı da daha fazla olur.



İç zar aynı zamanda mitokondriyi iki işlevsel bölüme ayırır. İç zarın çevrelediği bölgeye mitokondri matriksi, iç zarla dış zar arasındaki bölgeye de zarlararası bölge denir. Bu iki bölümün işlevleri çok farklıdır.

İşlevleri

Mitokondrinin çok sayıdaki işlevinden en belli başlısı tüm organizmanın ortak enerji paketi olan ATP sentezlemek. ATP uzmanı olan mitokondri, sentez için eşsiz mekanizmalara sahip. Bu işlevinin yanı sıra hücrenin pek çok yaşamsal işlevlerinde yine mitokondri başrol oynuyor. Yağ asitlerinin yıkımı ve Krebs döngüsü mitokondride gerçekleşen olaylar. Sadece yıkımda değil sentezde ve atıkların uzaklaştırılmasında da mitokondriye çok iş düşüyor. Mitokondri sitoplazma ve diğer organellerle sıkı bir işbirliği içinde. Bu işbirliği sonucunda, yağ asitlerinin ve glikozun sentezinin yanı sıra hücreye zararlı bileşiklerin, örneğin amonyağın, başka ürünlere dönüştürülerek atılması gibi çok sayıda olay gerçekleşiyor.

ATP Sentezi

ATP üretmek için kullanılan yağlar (lipidler) ve şekerler (karbonhidratlar) vücudumuzda depolanabildiği halde ATP'nin kendisi depolanamıyor. ATP gerek varsa sentezleniyor, yoksa sentezlenmiyor. Ancak yetişkin bir insanın günlük ATP gereksinimi miligram, gram seviyesinin çok üstünde.. İnanılması güç olsa da her birimiz günlük olarak kendi ağırlığımız kadar, hatta daha fazla ATP tüketiyoruz. Bu durumda kullanılan ATP'nin sürekli yenilenmesi gerekiyor. Glikolizle ve Krebs döngüsüyle elde edilen ATP miktarının bu gereksinimi karşılamaya yetmediğini daha önce belirtmiştik. Çünkü bu iki metabolik yolla 1 glikozun yıkımı sonucunda toplam olarak ancak 4 ATP sentezlenebiliyor: 2 ATP glikolizden, 2 ATP de Krebs döngüsünden (Krebs döngüsünde GTP (Guanozin trifosfat) sentezlenir ve bu bileşik daha sonra ATP'ye dönüşür). Bu çıkmazın üstesinden gelmek için özel olarak enerji üreten yapılara gereksinim var. Bereket ki mitokondriler imdadımıza yetişmiş. Tüm ATP'lerimizi kendimiz üretiyoruz ve dışardan almak zorunda da değiliz, tabii ki mitokondriler sayesinde. Mitokondriler toplam ATP üretiminin % 95'inden sorumlu, yani neredeyse tüm üretimi üstlenmiş durumdalar. Peki, nasıl oluyor da mitokondriler bu kadar ATP'yi kısa zamanda üretebiliyor? Bu sorunun yanıtı İngiliz biyokimyacı Peter Dennis Mitchell'in ortaya attığı ve kendisine 1978 yılında Nobel Kimya Ödülü'nü kazandıran kemiozmotik kuramda.

Kemiozmotik Kuram

Bu kurama göre, mitokondri matriksinde bulunan hidrojen iyonları zarlararası bölgeye pompalanıyor. Böylece mitokondri iç zarının iki yüzü arasında potansiyel bir fark meydana geliyor. Protonları düşük derişimli matriksten yüksek derişimli zarlar arası bölgeye pompalamak için, elektronların oksijene akışı sırasında açığa çıkan enerji kullanılıyor. Pompalanan pro-

tonların matrikse tekrar geri dönebilmesi için özel bir kanaldan geçmesi gerekiyor ve geçiş sırasında ATP sentezleniyor. Kemiozmotik kuram özetle böyle diyor. Bu işleyişi biraz daha somutlaştırabilmek için bir hidroelektrik santrali düşünelim. Hidroelektrik santralleri elektrik enerjisi üretirken mitokondriler kimyasal enerji (ATP) üretiyor, ancak çalışma prensipleri çok benzer.

Bir hidroelektrik santralini Baraj ve elektrik santrali olmak üzere iki temel üniteye ayırabiliriz. Barajda biriken su, borularla daha aşağıda bulunan elektrik santraline akıtılır ve akan suyun gücüyle elektrik enerjisi üretilir. Elektrik santrali; Türbin ve ona bağlı jeneratör olmak üzere iki temel birimden oluşur. Elektrik enerjisini üreten kısım jeneratördür, üretim için jeneratörün içinde bulunan ve rotor (dönen kısım) adı verilen bir birimin dönmesi gerekir. Rotor bir şaft (demir mil) ile türbine bağlıdır. Eğer türbini döndürebilirseniz rotoru da döndürmüş olursunuz. Bu amaçla yüksek bir noktadan gönderilen su türbinin kanatlarına çarparak dönmesini sağlar. Sonuçta türbinin dönmesiyle ona bağlı rotor da döner ve elektrik enerjisi üretilir.

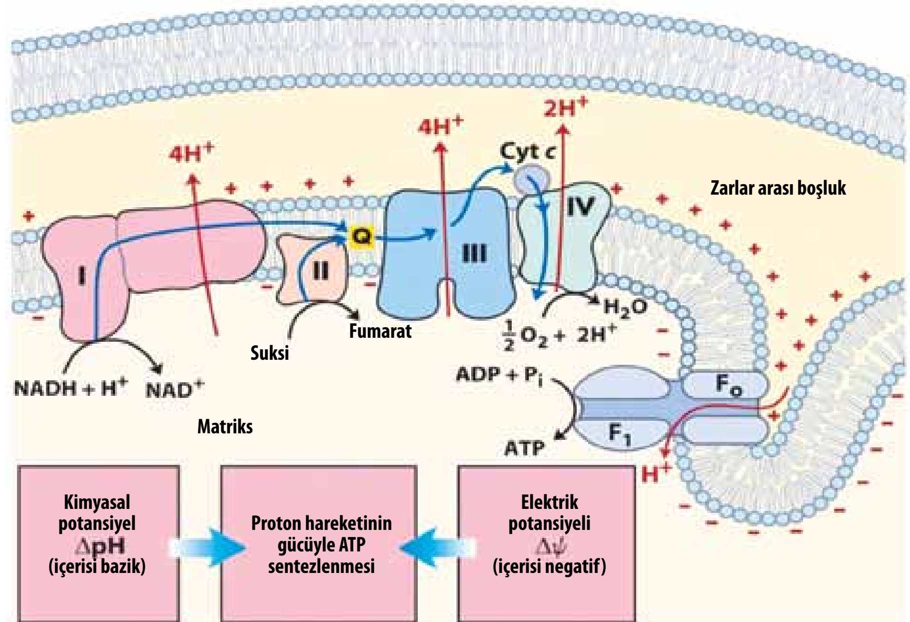
Tekrar mitokondriye dönersek, mitokondride de iki zar arasındaki bölge tıpkı hidroelektrik santralin barajı gibi işlev görür. Hidroelektrik santralin barajında su biriktirilirken, mitokondrinin zarlararası bölgesinde hidrojen iyonları yani protonlar biriktirilir.

Mitokondrilerde hidroelektrik santralde elektrik enerjisi üreten sisteme işlevsel açıdan benzeyen yapılar da var, bunlara ATP sentaz ya da kompleks V deniyor. Kompleks V de iki birimden oluşuyor: F0 (türbine eşdeğer) ve F1 (jeneratöre eşdeğer) birimleri. Türbinde ve jeneratörde olduğu gibi bu iki birim de birbirine bağlı. Tıpkı jeneratörün rotoru gibi ATP sentezlemek için de F1 birimini döndürmek gerekiyor. Eğer F0 birimini döndürebilirsek ona bağlı olan F1 birimi de dönüyor ve ATP sentezleniyor. Barajdaki suyu türbine taşıyan borular gibi, mitokondrinin zarlararası bölgesinde yüksek derişimde bulunan protonlar, matrikse ancak F0 ünitelerine bağlı kanallarla geçebiliyor. Protonların geçişi sırasında F0 birimi dönüyor ve bunu takiben F0'a bağlı F1 biriminin dönmesiyle ATP sentezleniyor.

Nasıl bir hidroelektrik santralde çok sayıda türbin ve jeneratör varsa mitokondride de çok sayıda kompleks V var.

Barajlarda su biriktirmek için genellikle akarsular kullanılır. Deniz ve göllerdeki su buharlaşarak yüksek bölgelere sürüklenir ve yağmur veya kar olarak tekrar yeryüzüne geri dönerek akarsuların kaynağını oluşturur. Bu doğa olayının ana enerji kaynağı kuşkusuz Güneş. Bu döngü sonucu barajlarda su biriktirebiliyoruz. Enerji üretebilmek için mitokondrinin de zarlararası bölgede matrikse göre çok daha fazla proton biriktirmesi gerekiyor. Çünkü ATP, derişim farkı sayesinde yüksek derişimdeki protonların kompeks V'e bağlı kanallardan geçmesi ve bu esnada da kompleks V'i çalıştırması sonucu sentezlenebiliyor. Zarlararası bölgede enerji harcanmadan yüksek derişimde proton biriktirmek ise mümkün değil. İşte bu amaçla mitokondri iç zarında bulunan proton pompaları kullanılıyor. Bu pompalar, protonları düşük derişimli matriksten yüksek derişimli zarlararası bölgeye pompalıyor. Pompaları çalıştırmak için elektron taşınması sırasında açığa çıkan enerji kullanılıyor. O zaman akla şu soru gelir. Elektron taşınması denen olay nedir, nerede ve nasıl gerçekleşir?

Elektron taşınması mitokondri iç zarında gerçekleşen bir olaydır, NADH (nikotinamid adenin dinükleotid) ve FADH2 (flavin adenin dinükleotid) bileşiklerinden oksijene doğru olur. Bu iki bileşik elektron vermeye, oksijen ise elektron almaya meyillidir. Elektron veren NADH ve FADH2 bileşikleri de sırasıyla NAD+'ya ve FAD'ye dönüşür. Ancak NADH ve FADH2'den oksijene elektron taşınması doğrudan gerçekleşmez, arada başka moleküller de vardır. Böylece bir zincir oluşmuştur ve bu sisteme elektron taşıma zinciri denir. Elektronlar zincir üzerinde kademeli olarak oksijene doğru ilerler. Bu işlem mitokondri iç zarında gerçekleşir. Elektron akışı sırasında enerji açığa çıkar. Bu enerji ile mitokondri iç zarındaki proton pompaları çalıştırılır. Oksijeni atmosferden almak kolaydır. Ancak elektron akışının devamı için NAD+'nın ve FAD'nin yeniden NADH ve FADH2'ye dönüşmesi şarttır. Yani bu iki bileşiğe yeniden elektron yüklenmesi gerekir. Ama nasıl? İşte bu amaçla glikolizin son yıkım ürünü olan pirüvatla birlikte diğer pek çok besinin yıkımı sonucu açığa çıkan ürünler, mitokondri matriksinde bulunan Krebs döngüsünde daha ileri yıkıma uğrar ve sonuçta bol miktarda NADH ve FADH2 elde edilir. Bu döngüye ek olarak yine mitokondride yağ asitlerinin yıkımı sonucunda da NADH ve FAD2 açığa çıkar. Kısacası yıkım tepkimeleri sonucunda NAD+ ve FAD bileşikleri yeniden NADH ve FADH2'ye dönüşür.



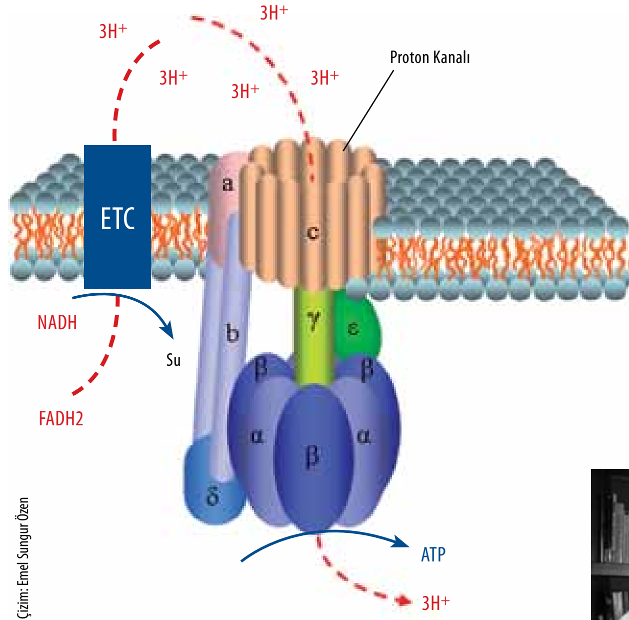
Özetleyecek olursak elektron akışı sırasında açığa çıkan enerji ile mitokondri matriksinden zarararası bölgeye proton pompalanır ve bu bölgede biriken protonlar tekrar matrikse geri dönerken kompleks V'i çalıştırarak ATP sentezler. Sentezlenen ATP'ler kullanılmak üzere mitokondri dışına gönderilir ve yerine ATP sentezinde kullanılan ADP (adenozin difosfat) ve Pi (inorganik fosfat) alınır.

Hidroelektrik santralde ve mitokondride benzer işlevler gören birimler ve işlevleri

Hidroelektrik Santral	Mitokondri
Baraj	Zarlararası bölge
Barajda su biriktirilir.	Zarlararası bölgede proton biriktirilir.
Elektrik enerjisi üretmek için türbin ve jeneratör kullanılır.	ATP (kimyasal enerji) üretmek için kompleks V kullanılır. Kompleks V'de F0 (türbin eşdeğeri) ve F1 (jeneratör eşdeğeri) birimleri bulunur.
Türbini döndürmek için barajda biriktirilen su kullanılır.	F0 birimini döndürmek için zarlararası bölgede biriktirilen protonlar kullanılır.
Su yüksekte bulunduğu için kendiliğinden akar, akarken türbini döndürür.	Protonlar zarlararası bölgede yüksek derişimde bulunduğu için düşük derişimde bulunduğu matrikse kendiliğinden geçer, geçerken kompleks V'i çalıştırır.
Barajda su biriktirmek için nehirlerin suyu kullanılır.	Zarlararası bölgede proton biriktirmek için elektron akışı sırasında açığa çıkan enerji kullanılıyor.
Elektrik enerjisi üretir.	Kimyasal enerji üretir (ATP sentezler).

Siz bu satırları okurken vücudunuzda trilyonlarca türbin benzeri yapı dönüyor ve yaşamanız için gerekli ATP'yi sentezliyor.

Kuşkusuz vücuda alınan tüm enerji kaynakları sadece ATP sentezi için kullanılmıyor. Yaşamın devamı için vücut sıcaklığının belirli bir derecede tutulması da çok önemli. Bu amaçla sürekli ısı enerjisi üretilmesi gerekiyor. Vücudumuzda ısı üretimine katkıda bulunan pek çok tepkimeyle (özellikle ATP'nin yıkıldığı tepkimeler) birlikte mitokondride de ATP üretiminin yanı sıra az da olsa ısı enerjisi de üretiliyor. Çok daha önemli bir nokta ise mitokondride üretilen ısı enerjisinin organizmanın ihtiyacına göre bazen artırılıp azaltılabilmesidir. Örneğin kış uykusuna yatan canlılar ve yeni doğan bebekler ATP'den çok ısı enerjisine gereksinim duyar. Bu durumda mitokondrilerde ATP üretiminin azaltılıp ısı enerjisinin üretimini artıracak bir değişime gidilmesi gerekir. Kış uykusuna yatan canlıların ve yeni doğan bebeklerin kahve rengi yağ dokusu (çok sayıda mitokondri içerdiğinden kahve renkli bir görünümü var) mitokondrileri böyle bir değişikliğe izin verecek esnekliğe sahiptir. Peki bu düzenleme nasıl gerçekleşiyor? Bunun olabilmesi için mitokondride adeta bir kısa devre uygulaması yapılıyor. Bu amaçla mitokondri iç zarına yerleşen ve termogenin adı verilen bir kanal proteini kullanılıyor. Termogeninin iç mitokondri zarında açtığı kanal, zarlararası bölgede bulunan protonların matrikse ATP sentezleyen kompleks V'den değil de bu kanaldan geçmesine neden oluyor. Böylece elektron akışı sırasında açığa çıkan enerji ATP sentezi yerine ısı enerjisi olarak salınıyor ve vücut sıcaklığı belli bir düzeyde tutulmaya çalışılıyor.



Yaşam süreleri

Mitokondriler bölünerek çoğalır ve hücrelerde çok sayıda mitokondri bulunur. Bunlar hücre bölünmesi sırasında yavru hücreler arasında yaklaşık olarak eşit biçimde paylaşılır. Diğer organeller gibi mitokondriler de yenilenir. Her mitokondrinin belirli bir yaşam süresi var. Örneğin karaciğer hücrelerindeki mitokondrilerin ortalama yaşam süresi 10 gün. Bu sürenin sonunda mitokondriler ortadan kaldırılıyor. Yıpranan mitokondriler işaretleniyor ve üzerleri bir zarla kaplanarak lizozomlarla kaynaşmaları sağlanıyor. Lizozomlar içerdikleri parçalayıcı enzimlerle mitokondriyi parçalıyor. Açığa çıkan temel yapıtaşları, örneğin amino asitler, yağ asitleri ve şeker birimleri, lizozom zarında bulunan özel pompalarla sitoplazmaya verilerek yeniden kullanıma sunuluyor.

Mitokondri için şunu rahatlıkla söyleyebiliriz. "Kendisi küçük hem de küçücük, ancak yaptığı işler çok büyük". Mitokondri hakkında pek çok şey biliyoruz, ancak bir o kadar da bilinmeyen var. Mitokondrideki işlev bozukluklarının neden olduğu çok sayıda hastalık var. Özellikle yaşlanma sürecini daha iyi anlamak için mitokondride olup bitenleri bilmek zorundayız.



Doç. Dr. Abdurrahman Coşkun, 1994 yılında Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldu. 2000 yılında biyokimya ve klinik biyokimya uzmanı, 2003 yılında yardımcı doçent ve 2009'da doçent oldu. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanmış 32 makalesi var. Özel olarak laboratuvarda kalite kontrol, standardizasyon ve protein biyokimyası konularında araştırmalar yapıyor. Halen Acıbadem Labmed Klinik Laboratuvarları'nda klinik biyokimya uzmanı ve Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak çalışıyor.

Kaynaklar

Albert, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P., Molecular Biology of the Cell, 5. Basım, Garland Science, Taylor and Francis Group, 2008.

Junge, W., Lill, H., Engelbrecht, S., "ATP synthase: an electrochemical ransducer with rotatory mechanics", Trends in Biochemical Sciences, Sayı 22, s. 420-423, 1997.

Yoshida, M., Muneyuki, E., Hisabori, T., "ATP synthase-a marvellous rotary engine of the cell", Nature Reviews Molecular Cell Biology, Sayı 2, s. 669-677. 2001.

Amatör Teleskop Yapımı-6

Teleskobun Diğer Parçalarının Yapımı



Fotoğraf 1:
10 inç bir teleskobun kontrplak parçaları.

Teleskobun optik yüzeyleri dışında gözmerceklerini ve bunların odak düzlemine yaklaşıp uzaklaşmasını sağlayan odaklayıcıyı satın alacağımızı kabul ederek, bu aşamada aşağıdaki parça gruplarını bir araya getirmemiz gerekecek:

Ayna kutusu

Ayna kutusu üzerinde teleskobun yükseklik (altitude) ekseninde hareket etmesini sağlayan yükseklik çemberlerini, birincil aynayı ve optik hizalama sistemi ile ayna hücresini barındıran, en ağır ve en büyük parçadır. Boyutlandırılması sırasında dikkat edilmesi gereken ilk şey, ışık yolunu kapatmaması için olabildiğince ufak yapılmasıdır. Ayna kutusu büyüdükçe teleskop ağırlaşacak, taşınması güçleşecek, daha da önemlisi göz merceğinin yerden yüksekliği artacaktır. Ayna kutusu, salıncak kutusu üzerinde ufak bir kuvvet ile hareket edebilmeli ama kuvvet uygulanması bırakıldığında çok kısa bir sürede hareketsiz kalmalıdır.

Salıncak kutusu

Ayna kutusunun üzerinde hareket edeceği ve teleskobun başucu (azimuth) ekseninde 360 derece serbestçe hareket edebileceği parçadır. Salıncak kutusu (rocker box) teleskobun diğer bileşenlerine göre daha az sayıda parçadan oluşur. Yüksekliğinin olabildiğince az olması, hafif olması ve yükseklik çemberlerinin düzgün hareketi için hazırlanmış uygun bir yataklama sistemine sahip olması önemidir. Ayrıca Dobson türündeki teleskoplarda zaman zaman sorunlu olabilen, başucu ekseninde düzgün ve yumuşak hareket edebilme özelliğine de sahip olmalıdır. Ufak bir kuvvetle eylemsizliğini yenerek hareketine başlayabilmeli, fakat hafif rüzgâr etkisi ya da dengesizlik nedeniyle kendiliğinden hareket etmeyecek kadar da sürtünmeye sahip olmalıdır. Başucu ekseninde yumuşak bir hareket sağlamak için fotoğrafta görülen büte rulman sistemi ya da Teflon üzerinde kayan laminat malzeme seçilebilir. Yükseklik eksenindeki hareketin de sağlanabilmesi için yükseklik çemberlerinin salıncak kutusuna temas ettiği noktalarda Teflon yüzeyler bulunur.

İkincil kafes

Teleskobun optik yüzeylerinden diğeri olan ikincil ayna, ikincil ayna tutucu, odaklayıcı, örümcek, bulucu dürbünler ve göz mercekleri ikincil kafes üzerinde bulunur. İkincil kafes esnemeyecek kadar katı ve olabildiğince hafif olmalıdır. Çünkü teleskobu yükseklik çemberleri etrafında döndürecek momentin büyüklüğü ikincil kafesin ağırlığı ile orantılıdır. Her 1 kg'lık ikincil kafes ağırlık artışını dengelemek için, ayna kutusunda ortalama olarak aynanın odak oranındaki f değeri (odak oranı) ile çarpılarak elde edilen karşı ağırlığın bulunması gerekir. Örneğin 3 kg ağırlığındaki bir ikincil kafesin kulla-

nıldığı f/6 teleskobun ayna kutusu, 18 kg ağırlığında olmalıdır. Aksi halde teleskobun dengesi sağlanamaz, teleskop ikincil kafes yönünde eğilmeye çalışır ve dengelemek için karşı tarafa safra konulması gerekebilir. Bu da teleskopun toplam ağırlığını artırır. İkincil kafes üzerine monte edilen odaklayıcı ve bulucu için, kafesin birbirlerine paralel şekilde duran iki halkasını birleştiren iki adet dörtgen parça bulunur. Dışarıdan gelen çiğ ışığı engellemek için kafesin kenarları PVC türü bir malzeme ile kaplanabilir. Toplam ağırlığı olabildiğince azaltmak için tüm parçalar 15 yerine 6 mm kontrplak kullanılarak üretilmiştir. Ağırlığı daha da azaltmak için kullanılan bir diğer yöntem de örümceği ve odaklayıcıyı tek bir halka üzerine monte etmektir. Bu şekilde ağırlığın bir kısmından kurtulmak ve teleskobun taşınabilirliğini artırmak mümkündür.

Üçgen çatkı elemanları

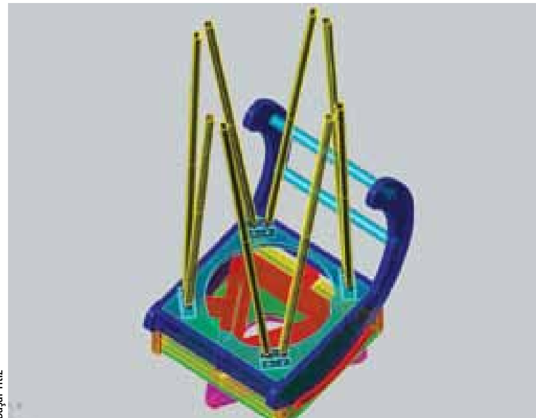
İkincil kafes ile ayna kutusunu birbirlerine katı bir şekilde bağlayan elemanlardır. Sayıları 6 ya da 8 adet olan bu çubuklar "truss" olarak adlandırılır. Uçları ikişer ikişer aynı noktada birleştirilen çubuklar yandan bakıldığında üçgen alanlar oluşturur. Çubuklardan bir bölümü çekme diğer bölümü de basma yönündeki kuvvetleri karşıladığından, eğilme ile şekil değiştirmeye karşı büyük direnç gösterirler. Ayrıca tek parça boru şeklinde bir tüp kullanılarak yapılan tasarımlara göre, bu sistem taşınabilirliği artırmak açısından da çok büyük avantaj sağlar. Çubukları birbirine bağlayan mekanizmalar açıldığında teleskop çok ufak bir hacim işgal edecek şekilde parçalarına ayrılabilir. Farklı tasarımlarla oluşturulabilen üçgen çatkı elemanlarında boru çapları, odak uzaklığının 80 değerine bölünmesi ile bulunur. Örneğin 8" f/6 bir teleskop için kullanılması önerilen üçgen çatkı elemanlarının çapları D={(6 x 203)/80}=15 mm kadar olmalıdır. Piyasadan bu değere yakın çapta, et kalınlığı 1 mm civarında alüminyum borular satın alınarak bu amaçla kullanılabilir. Kapalı tüpe göre avantajlarını saydığımız üçgen çatkı yönteminin sakıncalarından ve bunları azaltıcı çeşitli çözümlerden de söz etmeliyiz. Akla gelebilecek sakıncalardan ilki, gözlem yapılacak bölgedeki çiğ ışık (straw light) kaynaklarından (örn. aydınlatma ışıkları) gelen ışığın birincil ve ikincil aynalara düşmesidir. Aynı şekilde çevredeki tozlar da kapalı tüpe kıyasla üçgen çatkılı teleskopta aynayı daha kolay kirletebilir. Kefen (shroud) olarak adlandırılan ve ışık geçirmeyen siyah renkli kumaştan dikilen bir örtü, üçgen çatkı profillerini örterek her iki sorunu da çözebilir. Taşıma sırasında teleskop parçalarına ayrılır ve montaj sonrasında hem üçgen çatkı elemanları hem de bu örtü yerlerine yerleştirilir.

Diğer parçalar

Yukarıdaki grupları oluşturan parçalardan başka su jeti, torna/freze ve benzeri araçlarla üretilecek ikincil ayna tutucu, örümcek komplesi, çeşitli bağlantı elemanları, lazer ile kesilebilecek teflon yüzeyler gibi az sayıda parçanın da üretilmesi gerekecektir. Kalan parçaların tamamı ise satın alınabilecek parçalardır. İkincil ayna, odaklayıcı, göz mercekleri, bulucu dürbünler vb.

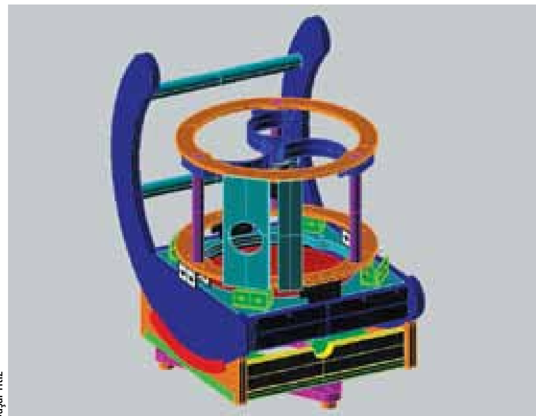
Tasarım dosyaları

Ayna kutusu, salıncak kutusu ve ikincil kafesi oluşturan parçaların tamamına yakını, suya dayanıklı (marin sınıfı) kontrplaktan, CNC router ya da biraz daha zor olmakla birlikte basit elektrikli aletler yardımıyla (şerit testere, dekopaj, el frezesi, vb) kesilebilir. Kesim sırasında elde edilmesi gereken hassasiyete ulaşmak için profesyonel yardım almak (eğer benzeri işleri daha önce yapmadıysanız) gerekebilir.



Başar Titiz

Fotoğraf 2:
Üçgen çatkı çubukları. Ayna kutusu ile ikincil kafes arasında bağlantı sağlayan 8 adet çubuk eleman.



Başar Titiz

Fotoğraf 3:
Bilgisayar destekli tasarım programında çizilen parçaların bir kısmı.

Tüm parçalar CNC'de ya da ölçü ve biçimleri kullanarak doğrudan kesilecek plakalar üzerine çizilerek kesilebilir. CNC freze kesiminde kullanılabilecek dosyayı **http://getir.net/682** sayfasından indirebilirsiniz. CNC kesim hizmetini satın alabileceğiniz yerlerin okuyabileceği bu dosyayı,, üzerinde değişiklik yaparak da kullanabilirsiniz.

Teleskobun kritik parçaları

Hizalama sistemi, ayna hücresi, ikincil ayna tutucu ve örümcek, kundağın diğer parçalarına göre tasarımı ve üretimi biraz daha karmaşık, dikkat gerektiren parçalardır. Aslında parçalar arasında çok büyük farklar olmamasına karşın, teleskobun işlevselliğini etkileme bakımından bu saydıklarımızın önemi biraz daha fazladır.

Ayna hücresinden başlayacak olursak, aynayı yapmak için kullandığımız cam diski düz bir yüzey üzerine koyduğumuzda, ayna bu yüzeye en fazla 3 noktada temas edecektir. Bunun nedeni gerek aynanın gerekse düz yüzeyin, optik ölçeklerde düz olmamasıdır. Bu temas noktaları, rastlantısal olarak bizim isteğimiz dışında dağılacağından, aynayı optik ölçekte isteğimizin dışında bir şekilde deforme edecektir.

Bunu engellemek için, aynayı eşit alanlara ayıran temas noktalarından destekleyerek "yüzdürmeliyiz". Tıpkı belirli bir esnekliği olan cisimleri taşırken yaptığımız gibi. Destek noktaları 3, 9, 18 ya da 27 adet olabilir. Bunların merkezden uzaklıkları, ayna yarıçapının belirli katsayılar ile çarpılması ile bulunabilir. Örneğin 3 noktalı ayna hücresinde bu noktalar merkezden yarıçapın % 40,1'i kadar uzaktadır. Dokuz noktalı ayna hücresi tasarımında ise, destek noktalarının 6 tanesi merkezden yarıçapın % 78'i, diğer üçü ise % 33'ü kadar uzaktır. Aynayı taşıyan üçgen elemanların hizalanması ise yarıçapın % 50'sinden geçen sanal bir çemberin üzerinde bulunan ayar vidaları ile yapılmaktadır. Tüm bu çabaların nedeni, aynayı en az deforme olacak şekilde destekleyebilmektir. Ayrıca ayna hücre içine sıkıştırılmadan durmalıdır. İdeal koşullarda, yan taraflardan aynaya dokunacak destek elemanları ve aynanın hücre içinden çıkarak baş aşağıya düşmesine engel olacak tırnaklar aynaya dokunmamalıdır. Bunların tümü de optik ölçekte görüntüde çeşitli bozulmalara neden olur. Ayna hücresi ve kutusu, aynanın hava alarak dış ortam sıcaklığına olabildiğince çabuk ulaşmasını sağlarken onu toz ve çiğ başta olmak üzere dış etkilerden de koruyabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Optik hizalama sistemi, 3 adet vidanın sıkılıp gevşetilmesi prensibi ile aynanın merkezinden çıkan sanal bir ışının optik eksenle çakıştırılmasını sağlayacak yön değişikliklerini yapmaya olanak sağlar. Optik hizalama yapılmaksızın, ayna toplayabileceği ışığın ancak çok ufak bir kısmını göz merceğine ulaştırabilir. Bu yüzden Newton türü teleskopların birincil aynalarının hassas şekilde hizalanması gerekir ve bu hizalama için tasarladığımız sistem de buna kolayca olanak vermelidir.

İkincil aynayı, optik merkezin tam ortasında boşlukta asılı tutan parçaya örümcek (spider) adı verilir. Örümcek, farklı malzemeler kullanılarak farklı biçimlerde yapılabilir. Tel örümcekler, ince çelik bir telin ikincil ayna tutucuyu merkezde tutacak şekilde gerilmesiyle yapılır. Eğrisel ya da üç kollu örümcekler ince metal levhaların kesilerek çember şeklinde bükülmesiyle yapılır. Titreşimleri çabuk sönümleme ve optik hizalamayı koruyabilme özellikleri dışında, olabildiğince küçük merkezi örtme miktarına yol açmaları da tasarımlarında önemli bir kriterdir. Örümcek kolları 2 mm kalınlığında paslanmaz çelikten lazer ile kesildikten sonra silindir tezgâhında gereken yarıçapta bükülerek şekillendirilir.

İkincil ayna tutucu, çoğunlukla Delrin türü bir plastikten ya da alüminyum malzemeden torna tezgâhında üretilir. Çapının, ikincil aynanın elipsinin küçük odağına eşit ya da ondan biraz ufak olmasına dikkat edilmelidir. Bu parçaya örümcek kolları monte edileceğinden, montaj için gereken vida delikleri düzgün şekilde hizalanarak açılmalıdır. İkincil aynanın yapıştırılacağı parça bu parçaya monte edileceğinden boyutlandırılması da kritiktir.

Başucu ve yükseklik eksenlerinde yataklama

Dobson türü alt-azimut bir teleskopta her iki eksenin de yumuşak hareket sağlayacak şekilde yataklanması gerekir. Başucu ekseninde salıncak kutusunun altına halka şeklinde bir laminat parça kesilerek, bu yüzeyin ayak üzerine konulacak teflon yüzeylere sürtünmesi sağlanabilir. Ya da fotoğrafta görüldüğü gibi büte rulman türünde bir yataklama elemanı da kullanılabilir. Bu rulman ile başucu ekseni son derece kolay hareket edebilir.

Teleskop Montaj

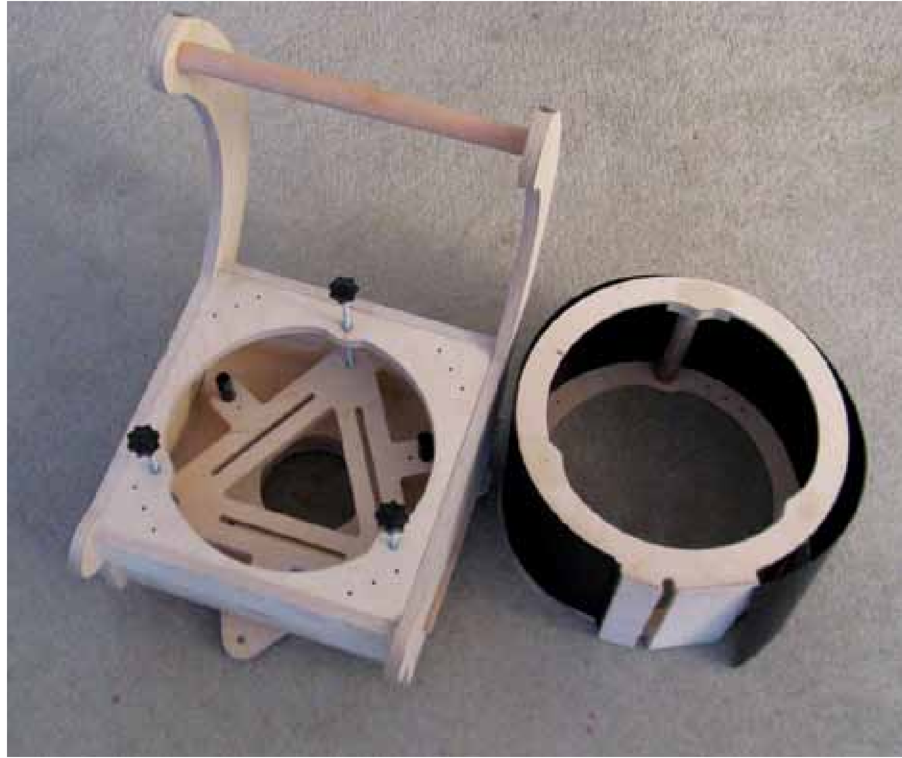
Bu işe kontrplak parçaların zımpara ile temizlenmesi ve sonrasında ağaç vidaları ile birleşti-

rilmesi ile başlayabiliriz. İlk birleştirmemiz gereken parça ayna hücresidir. Aynanın hücre üzerinde merkezlendiğinden, düşmesini engelleyecek takozların aynayı sıkıştırmadığından ve hizalama vidalarını yerlerine (aralarına konulan yaylarla sonuna kadar sıkarak) doğru şekilde taktığımızdan emin olmalıyız. Hizalama sırasında bu yayları serbest bırakacak kelebekleri elle biraz gevşetiriz. Daha sonra ayna kutusunu da yaparak, hücreyi bu parçanın içine hizalama vidalarıyla bağlarız. Yükseklik çemberlerinin ve bunların dairesel yüzeyleri üzerindeki laminat parçaların yapıştırılmasıyla montaj büyük ölçüde tamamlanır.

Sonraki aşamada salıncak kutusunu monte edebiliriz. Yan duvarları vidalamadan önce, yükseklik çemberlerinin dış kenarlarının, salıncak kutusu yatakları içerisinde çok fazla sürtünme ya da çok fazla boşluk olmaksızın hareket edip edemediğini kontrol etmeliyiz. Teflon parçaları yerine vidalarken, vida deliklerini havşa matkabı ile açmalıyız ki vidanın baş tarafı yükseklik yaparak laminat yüzeye dokunmasın. Salıncak kutusunun alındaki üçgen ayak parçasını altındaki büte rulmanına vidalayıp, lastik takozdan ayakları da vidaladıktan sonra bu kısım neredeyse tamamlanmış olacaktır. Son olarak yükseklik çemberlerinin kenarlarındaki sınırlayıcı parçaları vidalayıp bu kompleler ile ilgili montaj işlerini tamamlarız.

Ayna kutusu ve salıncak kutusu montajlarını takiben, ikincil kafesin montajına başlayabiliriz. Üst ve alt halkaları birleştiren dikmeleri yerlerine vidaladıktan sonra, odaklayıcı ve bulucu tahtalarını yerlerine yerleştirip odaklayıcıyı ve bulucu gövdesini bunlara vidalamamız gerekiyor. Örümcek kollarını orta parçaya vidaladıktan sonra bu kompleyi de üst halkaya birleştirmemiz gerekiyor. Örümcek kollarını üst kafesin iç kenarındaki yerlerine vidaladıktan sonra alt halkanın alt dairesel yüzeyine üçgen çatkı çubuklarını karşılayacak olan bağlantı parçalarını vidalayıp daha sonra da üst ve alt halkaların oluşturduğu silindirin yan yüzeyin örtecek olan PVC kaplamayı yerine yapıştırabiliriz. Bu işlemler sonrasında ikincil aynayı 45 derece kesilmiş yüzeye silikon kullanarak yapıştırabiliriz. 24 saat kurumasını bekledikten sonra ikincil aynayı da yerine takabilir ve odaklayıcıya göre konumunun ve yönünün doğru olup olmadığını kontrol edebiliriz.

Ayna kutusu ile ikincil kafes arasındaki üçgen çatkı borularının boylarını aynamızın odak uzaklığına göre kabaca da olsa tahmin ettikten sonra, bu uzaklığa makul bir emniyet payını da ekleyerek boruları bu iş için yapılmış bir boru kesici kullanarak eşit boyda kesebiliriz. Boruların uçlarına sıkı geçme ile ekleyeceğimiz küresel bağlantı parçalarını yerlerine yapıştırmadan önce, boruların gereken boylarda olup olmadığını kontrol etmeliyiz. Bunun için, optik hizalamasını yaptıktan sonra teleskobu yeterince uzaktaki (> 5 km) bir hedefe yönlendirerek odaklayıcının orta noktasına yakın bir bölgede, tüm göz merceklerimizle netlik sağlayabildiğimizden emin olmalıyız. Daha sonra boruların uçlarındaki plastik parçaları yapıştırıp montajı tamamlayabiliriz. Kendi yaptığımız bu 10”lik teleskobu zaman içinde çeşitli ilave özelliklerle geliştirebiliriz. Örneğin yükseklik ve başucu eksenlerine ekleyeceğimiz sayısal ayar çemberleri devresi ile yönlenmiş olduğu gökcismini bir ekranda görebilir ya da bir Poncet platformu üzerine yerleştirerek gökcisimlerini takip edebilmesini sağlayabiliriz.



Fotoğraf 4:
Parçaların montaj sonrasındaki görünüşleri.

Kemâlüddîn El-Fârisî ve Doğuda Bilim Geleneğinin Yeniden İnşası

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Kısa Yaşam Öyküsü:

Tam adı Kemâlüddîn el-Hasan İbn Ali İbn el-Hasan el-Fârisî'dir (1267-1318). Yaşamı hakkında ayrıntılı bilgi yoktur. İslam dünyasında yetişen seçkin bilim insanlarından birisi olmasına karşın, 12. yüzyılda Batı dillerine yapılan yoğun çeviri etkinliğinin dışında kaldığı için yüz yıl öncesine kadar tanınmamıştır. Tebriz'de doğmuş, matematik ve fizik eğitimi almıştır. Biri sayılar kuramı, diğeri de ışığın kırılması ve gökkuşağının oluşumunun açıklanması olmak üzere, bilime önemli iki katkısı vardır. Kemâlüddîn el-Fârisî, 12. yüzyılın önemli astronomlarından Kutbeddîn el-Şîrâzî'nin (1236-1311) öğrencisidir. İranlı olmasına karşın matematik, fizik ve astronomi konularında kaleme aldığı kitaplarını o dönemde bilim dilinin Arapça olması dolayısıyla Farsça değil Arapça yazmıştır. Kendisini ünlü kılan eser, İbn el-Heysem'in (965-1039) *Kitâb el-Menâzır* (Optik Kitabı) adlı kitabı üzerine yazdığı şerh *Tenkih el-Menâzır*'dır (Optik'in Düzeltilmesi).

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin bilimsel çalışmaları yeterince araştırılmamıştır. En çok tanınan çalışması *Tenkih el-Menâzır*'dır. Bunun dışında matematik konusunda *Tezkirâ el-Ahbâb fî Beyân el-Tehhâb* (Dost Sayılar Hakkında) adlı bir kitap yazmıştır. Ayrıca İbn el-Haddâm'ın aritmetik, geometri, alan ve hacim hesapları ile miras hukuku üzerine yazdığı *Kitâb el-Fevâid el-Bahaiye fi el-Kavâid el-Hisabiye* (Hesap Kuralları Üzerine) adlı eseri üzerine *Esâs el-Kavâid fî Usûl el-Fevâid* (Fevaid'de Yeralan İlkeler Hakkında Temel Kurallar) adlı şerhini yazmıştır. Bunun dışında, *Tenkih el-Menâzır*'ın özeti şeklinde hazırlanmış *Kitâb el-Basair fî İlm el-Menâzır fî el-Hikme* (Optik Biliminde Görme) adlı ikinci bir optik kitabı daha vardır.

Optiğin Düzeltilmesi (Tenkih el-Menâzır)

İslam dünyasında bilimsel etkinliklerin azalmaya ve ivme kaybetmeye başladığı bir dönemde yazılmış olan *Tenkih el-Menâzır lî Zuyî el-Ebsar ve el-Basair* (Göz ve Görmeyi İnceleyen Optik'in Düzeltilmesi) içeriğinin zenginliği, getirdiği çözüm önerileri ve yenilikler açısından bir başyapıttır. Kitapta edinilen bilgilerden Kemâlüddîn el-Fârisî'nin bu çalışmayı hocası Kutbeddîn el-Şîrâzî'nin denetimi ve desteğiyle hazırladığı anlaşılmaktadır. Kitap diyalog biçiminde yazılmıştır ve açıklamaların başlarında "dedi", "diyorum" ve "diyoruz" gibi üç ayrı ifade yer almaktadır. Yaptığımız incelemeler sonucunda kitapta alıntıların, yorumların ve eklemelerin bulunduğunu belirledik. Kemâlüddîn el-Fârisî, optik bilgilerinin önemli bir kısmını İbn el-Heysem'ın *Kitâb el-Menâzır*'ından doğrudan veya dolaylı olarak almıştır. Bu alıntıları ayırt etmek için "dedi" sözcüğünü, bütünüyle kendi yorumlarını ve düşüncelerini belirtmek için "diyorum" sözcüğünü, hocasıyla ortak olarak yaptıkları değerlendirmeleri ifade etmek için de "diyoruz" sözcüğünü kullanmıştır.

Kitap, İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır*'da tartıştığı temel problemleri yeni bir bakış açısıyla değerlendirmek amacıyla kaleme alınmıştır. Yedi makale halinde düzenlenmiştir. İlk üç makale doğrudan görme, 4., 5. ve 6. makaleler yansıma, 7. makale de kırılma konusuna ayrılmıştır. Ancak Kemâlüddîn el-Fârisî aynı zamanda bütün optik konularında kendi zamanına kadar yapılmış açıklamaları düzenlemeyi, yeniden gözden geçirmeyi, eksik yönlerini tamamlamayı ve yanlış bilgilerden arındırmayı amaçladığından, kitabına sadece *Kitâb el-Menâzır*'da incelenen konuları değil onda yer almayanları da almıştır. Kemâlüddîn el-Fârisî'nin *Tenkih el-Menâzır*'da ele aldığı diğer optik konuları şunlardır: Gökkuşağı ve halenin oluşumu, karanlık oda, ışığın niteliği, gölgelerin özellikleri, ışığın küresel yüzeyli ortamlarda uğradığı değişimler. *Tenkih el-Menâzır* 1928 yılında Haydarabad'da iki cilt olarak basılmıştır. Toplam 1022 sayfadır.

>>>

Optik

Her dönemde en çok çalışılan bilimsel disiplinlerden biri olan optik, ışığın yayılımı, yansıması, kırılması ve görme gibi ışık olaylarını sistematik bir biçimde inceleyen bilim dalıdır. Başlangıçta nesnelerin görünüşündeki değişimleri inceleyen ve "...den bakmak" anlamına gelen "perspektif" sözcüğüyle adlandırılmıştır. Antik Grek dünyasında ilk kez kuralları, konuları ve inceleme yöntemi tanımlanan perspektif, İslam dünyasında da "bakma yeri" anlamına gelen "menâzır" sözcüğüyle adlandırılmıştır. Bugün başlı başına birer inceleme alanı olarak ışığın parlak yüzeylerde uğradığı değişimleri inceleyen yansıma başlangıçta "yansıma aracılığıyla görme", ışığın yoğunluğu farklı ortamlarda hareket ederken uğradığı değişimleri inceleyen kırılma ise "kırılma aracılığıyla görme" olarak adlandırılıyordu. Dolayısıyla optik bir bütün olarak görmenin bilimiydi.

Tenkih el-Menâzır'da, İslam dünyasında başlatılan yeni optik gelenek şu ilkelere dayandırılmıştır:

i. Optik problemleri tam anlamıyla birer geometri problemine dönüştürmek

ii. Optik problemleri ustalıkla hazırlanmış deney düzenekleriyle ayrıntılı olarak incelemek

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Bilimsel Çalışmaları

Kitaplarının adlarından da anlaşıldığı gibi, Kemâlüddîn el-Fârisî çalışmalarını iki alanda yoğunlaştırmıştır. Bunlardan biri matematik, diğeri de optiktir. Burada öncelikle o dönemin bilim anlayışı açısından bilimlerin doğa bilimleri (Tabiiyyûn) ve matematik bilimler (Talimiyyûn) olmak üzere iki gruba ayrıldığını hatırlamakta yarar var. "Talimci" sözcüğü de, o dönemin anlayışı içerisinde matematiğe (yani riyaziyeye) dayanan bilimlerle uğraşan kişiyi belirtmektedir. Talimî bilimler altında şu bilimler yer alır: Sayı bilimi, geometri bilimi, optik bilimi, yıldızlar bilimi, musîkî bilimi, ağırlıklar bilimi, tedbirler (hiyel) bilimi. Tabiat ve matematik bilimleri arasındaki ayrım ise şöyle yapılıyordu: Tabiat bilimleri değişmekte olan varlıkları incelerken, matematik bilimleri varlıklardan tecrit edilmiş halde miktarları inceler. Çalışmaları esas alındığında, Kemâlüddîn el-Fârisî'nin ağırlıklı olarak matematiksel bilimler alanında çalıştığı anlaşılmaktadır.

a. Matematik ve Sayılar Kuramı

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin matematik çalışmaları geleneksel anlamda geometri konularıyla, İslam kültüründe önemli bir yer tutan miras hesaplamalarıyla ilgilidir. Bununla birlikte sayılar konusunda da çalışmış ve sayı kuramına önemli birkaç katkı yapmıştır. Bu başarılarından biri $x^4 + y^4 = z^4$ denkleminin tam bir çözümünün verilmesinin olanaksız olduğuna dikkat çekmesidir. Fakat $n > 2$ olması durumunda, $x^n + y^n = z^n$ denkleminin pozitif tam sayı çözümünün olmayacağını dile getiren Fermat'nın Son Teoremi'nin bu tipinin kanıtlamasına girişmemiştir.

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin sayı kuramı konusundaki en önemli katkısı ise dost sayılarla ilgilidir. Modern gösterimde S (n), n'in kalansız veya tam bölenlerinin toplamını belirtir. Eğer S (n) = m ve S (m) = n ise m ve n dost sayılardır. Yani iki sayıdan birinin kalansız bölenlerinin toplamı diğerini, diğerinin tam bölenlerinin toplamı da diğer sayıyı veriyorsa, bu iki sayı dost sayıdır. En küçük iki dost sayı 220 ve 284'tür. Yani 220'nin kalansız bölenlerinin toplamı 284'ü, 284'ün kalansız bölenlerinin toplamı da 220'yi verir. Kemâlüddîn el-Fârisî *Tezkirâ el-Ahbâb fî Beyân el-Tehhâb* adlı kitabında Sabit İbn Kurrâ'nın (836-901) dost sayılar üzerine oluşturduğu teoremin yeni bir kanıtlamasını verir. Eğer $n > 1$ olursa, $p_n = 3{,}2^n - 1$ ve $q_n = 9{,}22^{n-1} -1$ olur. Eğer p_{n-1}, p_n, ve q_n asal sayılar ise o zaman $a = 2^n p_{n-1} p_n$ ve $b = 2^n q_n$ dost sayılar olur. Çalışmasının sonunda Kemâlüddîn el-Fârisî, Sabit İbn Kurrâ'nın geliştirdiği yönteme dayalı olarak, sırasıyla n = 2 ve n = 4 olması durumunda, 220, 284 ve 17296, 18416 dost sayı çiftlerini vermiştir. Ayrıca Kemâlüddîn el-Fârisî, Sabit İbn Kurra'nın n = 4 olması koşuluyla verdiği dost sayıların doğruluğunu p_3, p_4, ve q_4'ün asal sayılar olduğunu kanıtlayarak göstermiştir.

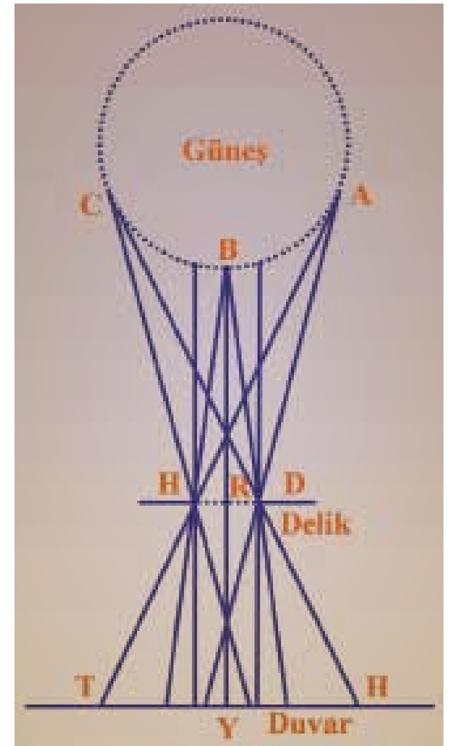
b. Işığın Doğası ve Yayılımı

Kemâlüddîn el-Fârisî ışık konusundaki temel savlarını "Işık Üzerine" adlı makalesinde serimlemiştir. Bu çalışmasının giriş bölümünde şunları yazmaktadır:

"Işığın mahiyeti (öz niteliği) hakkındaki açıklamalar doğa bilimleri, yayılımının niteliğiyle ilgili açıklamalar ise, ışıkların kaynaklarından çizgiler boyunca uzaması dolayısıyla, matematik bilimleri bilmeyi gerektirir. Benzer şekilde ışığın mahiyetiyle ilgili tartışma doğa bilimlerine, ışığın yayılım şekliyle ilgili tartışma ise matematik bilimlerine ilişkindir. Aynı durum ışığın içerisine nüfuz ettiği saydam için de geçerlidir. Işığın saydam içerisindeki durumuyla ilgili araştırma hem doğa hem de matematik bilimlerini gerektirir."

Işığın Yayılımı

Kemâlüddîn el-Fârisî, nesneleri ışık kaynağı (mudî) olanlar ve ışıklandırılmış (munîr) olanlar olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Aslında bu ayrım İslam dünyasında ışık konusuna getirilen pek çok yenilikten biridir. İbn Sînâ (973-1037) konuyu incelerken kendinden ışıklı nesneler için mudî ve bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılmış olanlar için de mustanîr terimlerini kullanmıştır. Bunlara karşılık olmak üzere de mudînin yaydığı ışık için dav (diya), bunun nesnelerde yarattığı ışık için de nûr kelimelerini kullanmıştır. Bu ayrım çeviri yoluyla Batıya da geçmiş ve 13. yüzyıldan itibaren, bu ayrıma karşılık olmak üzere getirilen lux ve lumen sözcükleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmış, bu iki sözcük arasındaki ayrım 17. yüzyıla kadar devam etmiştir.



Yukarıda ayrıntısı verilen bilim ayrımının Ortaçağ İslam düşüncesindeki etkisini ortaya koyan bu tümcelerin asıl dikkat çeken yönü, fiziksel bir olgu olarak ışığın yayılımının araştırılmasının matematikle yapılması gerektiğinin vurgulanmış olmasıdır.

Kemâlüddîn el-Fârisî incelemesinin devamında cisimleri kendinden ışıklı ve ışıklandırılmış olmak üzere ikiye ayırmakta, kendinden ışıklı cisimlerdeki bu özelliğin tözsel, ışıklandırılmış cisimlerden açığa çıkan ışığın ise ilineksel bir özellik olduğunu belirtmektedir. Daha sonra saydam ve saydam olmayan cisimler konusuna geçen Kemâlüddîn el-Fârisî ışıkların saydam olanlara nüfuz ettiğini, olmayanlara ise edemediğini belirterek, saydam cisimlerin iki kısma ayrıldığını ileri sürer. Birinci grup saydamların ışığın bütünüyle nüfuz edebildiği hava, su, cam, billur ve benzerlerinden, ikinci grup saydamların ise ışığın ancak kısmen nüfuz edebildiği ince kumaş ve ona benzer opak nesnelerden oluştuğunu belirtir.

Bu açıklamalarından sonra ışığın yayılımı konusunu ele alan Kemâlüddîn el-Fârisî, ortamın saydam olması koşuluyla, ışığın ışıklı bir cisimdeki her bir noktadan düz çizgiler boyunca ancak küresel olarak yayıldığını belirtir. Küresel yayılma fikrini aslında İbn el-Heysem ortaya atmıştır. Ancak ne onda ne de Kemâlüddîn el-Fârisî de bu küresel yayılımın tam bir açılımını bulmak olanaklıdır. Oysaki bu kavram ışığın mahiyetinin ne olduğu konusunda karar vermemizi sağlayacak ölçütlerden biridir. Çünkü eğer küresel yayılımdan kast edilen, ışığın tıpkı durgun bir göle bırakılan bir taşın yarattığı iç içe geçmiş halkalar biçiminde yayılımıysa, o zaman ışığın mahiyetinin dalga olduğunun kabul edildiği açığa çıkar ki, bu 17. yüzyılda Huygens'in (1629-1695) ileri sürdüğü küresel yayılım fikrinin öncellenmesi anlamına gelir. Eğer küresel yayılımdan kasıt sadece ışığın, ışık kaynağının her noktasından karşısındaki bütün yönlere doğru, doğrusal olarak yayılmasıysa, o zaman geleneksel anlamda Antik Çağ düşünürlerinin ışık üzerine ileri sürdükleri felsefi savların bir tekrarı anlamına gelir ki, bu da bilinenin tekrarından başka bir şey değildir. Ancak bu konuda gerekli ayrıntı bilgisi verilmediğinden rahatça bir yargıda bulunabilmek olanaklı gözükmemektedir.

Kemâlüddîn el-Fârisî ışık kaynağının yaydığı ışık ile aydınlanmanın yeğinliği arasındaki ilişkiyi yani fotometri konusunu da ele almıştır. Ona göre, kendinden ışıklı cismin her parçasından ışık yayılır. Ancak cismin bütününden çıkan yayılım, tek bir parçasından çıkan yayılımdan daha kuvvetli olur. Burada fotometrinin temel yasasına yaklaşmasına karşın, bu yasa tam olarak ifade edilememiştir. Sadece ışık kaynağının yeğinliği, dikkate alınmış, aydınlanmayla uzaklık arasındaki ilişkiye değinilmemiştir.



Tenkih el-Menâzır'da yer alan göz çizimi
Tenkih el-Menâzır'ın birinci makalesinin altıncı bölümünden alınan ve gözün yapısının anlatıldığı metinde mavi çerçeve içerisinde "İbn el-Heysem dedi" ibaresi yer almaktadır.

c. Işık ve Görme

Saydam cisimlere doğrusal çizgilerde nüfuz eden ışığa "ışın" adını veren Kemâlüddîn el-Fârisî, geçmişte bazı bilim adamlarının ışınların göz, Güneş ve ateş ışınlarından oluştuğunu, göz ışınlarının da Güneş ve ateş ışınlarına benzer bir ışın olduğunu ileri sürdüğünü belirtir. Aslında ışığın gözden çıktığı görüşü hem Antik Çağ'da hem de İslam dünyasında taraftar bulmuş bir görüştür. Bu görüşü açık bir şekilde çürüten, ışık kaynağının göz değil nesne olduğunu kanıtlayan İbn el-Heysem olmuştur. Kemâlüddîn el-Fârisî de ışığın nesneden geldiği görüşünü benimsemiştir. Ona göre göz, kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesneden ışık gelmediği sürece hiçbir şeyi algılayamaz.

Kemâlüddîn el-Fârisî görmenin koşullarını ise özetle şöyle açıklamaktadır.

1. Göz ile nesne arasında belirli bir mesafe olmazsa algı olmaz.
2. Nesneler ışıklı olmadıkça ya da ışıklandırılmadıkça algılanamaz.
3. Nesnelerin algılanmasının diğer bir koşulu da miktarlarının olmasıdır. Miktarı olmayan şey algılanamaz. Miktarın algılanması da algılayan gözün algı kuvvetine bağlı olarak değişir.
4. Opak nesneler görülür, salt saydam olanlar görülemez.
5. Parlak renkli nesneler diğerlerine göre daha kolay ve çabuk görülür.

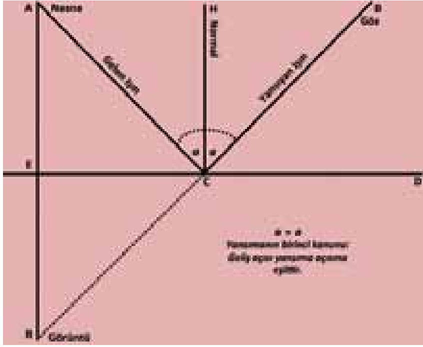
d. Yansıma

Kemâlüddîn el-Fârisî ışığın parlak (ayna) nesnelerde uğradığı değişimlerin incelendiği bilim dalı olan yansıma (*catoptrics*) konusunu da ele almıştır. Şunları belirtmektedir:

"Gözün aynada algıladığı nesnenin ikincil suretleri, doğrudan görmede algıladığı suretler gibi değildir. Çünkü göz doğrudan görmede, nesneyle karşı karşıya bulunduğu her konumda nesneyi doğrudan algılarken, yansıma da ise belirli konumlarda algılar. (.....) Doğrudan görmede göz nesneyi o nesneden kendisine gelen ışıkla algılar. Aynı şey yansımayla oluşan görme için de geçerlidir. Eğer nesnenin sureti yansımayla göze gelirse, göz onu algılar."

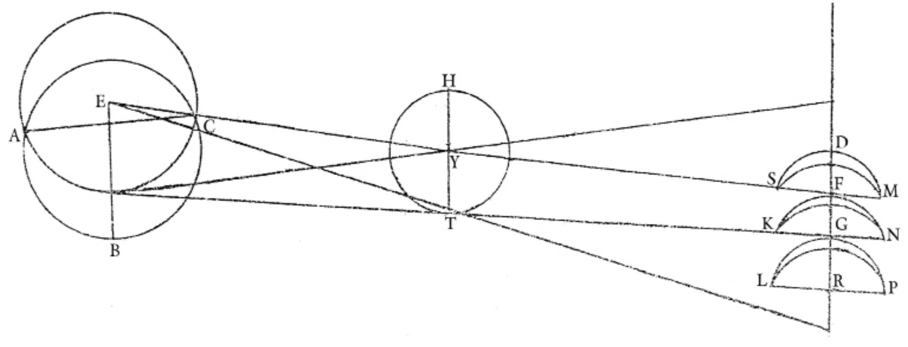
Kemâlüddîn el-Fârisî, yansımaya bağlı olarak oluşan algının nitelikleri üzerinde durur. Burada savunduğu temel fikir şudur:

"Bilindiği gibi, ışıklı nesnelerin her bir noktasından, karşısında bulunan bütün yönlere doğru ışık yayıldığı açıklan-



Kemâlüddîn el-Fârisî'nin düzlem aynada yansıma kanununu kanıtlaması

DCE⟶yansıma kesiti (ayna); B⟶göz; HC⟶Normal; A⟶Nesne; R⟶A'nın görüntüsü; CH⊥ DCE, AE ⊥ E, RE ⊥ E, AE ⊥ RE'dir.
$\angle BCH = \angle ACH$
$\angle BCD = \angle ACE$ CH // AE
Kemâlüddîn el-Fârisî'ye göre A'dan C'ye yani yansıma noktasına gelen ışın (AC), oradan geldiği açıya eşit bir açıyla yansır (CB). A'nın görüntüsü de R'de ortaya çıkar. Çünkü düzlem aynada görüntü, yansıyan ışın çizgisinin aynanın içine doğru uzatılmasıyla ve onun gözden gelen çizgiyle kesişmesiyle (kesişme noktasında) ortaya çıkar; düzdür ve aslına eşittir.



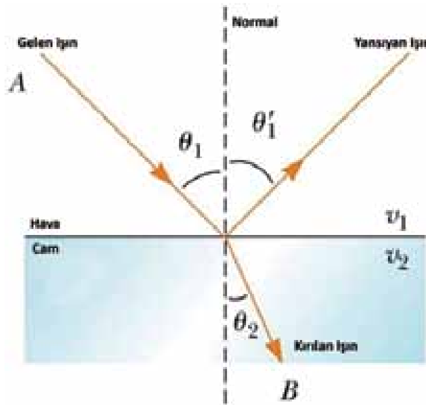
mıştı. Eğer bu yayılan ışıklar parlak bir yüzeye ulaşırlarsa, yansımaya özgü çizgilerle yansırlar ve bu durumda tepesi o nesnede (ışıklı nesnede), tabanı da ayna yüzeyinde olan bir koni oluşur. Daha sonra bu yüzeyden çıkan ışık da çevresindeki diğer nesnelere ulaşır. Eğer düştüğü yerde opak bir nesne varsa, o nesneyi de aydınlatmış olur ve onun yüzeyine düşen bu ışık da yansır. Ancak bu yansıyan ışık opak nesnenin rengini de taşır. (.....) Yansımaya bağlı olarak ortaya çıkan görme de, yansıyan bu ışınlarla göze gelen suretlerle oluşur. (.....) Işıklı nesneden çıkan ışığın koni oluşturması gibi, yansıyan ışık da koni oluşturur."

Bu alıntıda dikkat çeken en önemli yön, Kemâlüddîn el-Fârisî'nin yansımayla ortaya çıkan görmenin geometrikleştirilerek gösterilebileceğini ve ışığın ard arda defalarca yansımaya uğratılabileceğini savlamasıdır. Kemâlüddîn el-Fârisî daha sonra yansımayı düz, çukur, tümsek, çukur silindirik, tümsek silindirik, çukur konik ve tümsek konik aynalarda uygulamalı olarak ele almış ve görüntü oluşumlarını, her ayna için ayrı ayrı, çizimle göstermiştir.

e. Kırılma

Kemâlüddîn el-Fârisî, *Tenkih el-Menâzır*'ın yedinci makalesini kırılmaya (dioptrics) yani saydam ortamların gerisinde bulunan nesneleri gözün algılamasıyla oluşan görme konusuna ayırmış ve ışığın saydam ortamda kırılmaya uğramasını incelemiştir. Işığın nüfuz ettiği saydam ortamlar hava, su ve camdır. Işığın girdiği ortam az yoğunsa ışık normalden öteye, çok yoğunsa normale doğru kırılır. Kırılma açısı, ışığın düştüğü ortamın niteliğine göre, geliş açısından ya büyük ya da küçük olur. Yani ışık az yoğun ortama giriyorsa kırılma açısı daha büyük, tersi durumdaysa daha küçük olur.

Böylece ışığın ortam farklıklarında uğradığı değişimleri ana çizgileriyle tanımlayan Kemâlüddîn el-Fârisî, bundan sonra oluşturduğu bir araçla çeşitli ortamlar için deneyler yapmıştır. Deneyini küresel ve düzlem yüzeyli ortamlarda da yaparak ayrıntılandırmıştır. Ayrıca Kemâlüddîn el-Fârisî'ye göre eğer ışık algılanamayacak kadar çok hızlı bir hareketle saydam cisme nüfuz ederse, ortamın yoğunluğu hareketi engelleyecektir. Az yoğun ortamdaki hareket de çok yoğun ortamdaki hareketten daha kolaydır. Başka bir deyişle çok yoğun cisim (yani ortam) ışığı az yoğun cisimden daha çok engeller. Kemâlüddîn el-Fârisî böylece ışığın hızının sonsuz değil yalnızca algılanamayacak kadar hızlı olduğunu belirtmektedir.



Kırılma geometrisi
Şekilde θ_1 geliş açısını, θ'_1 yansıma açısını, θ_2 kırılma açısını belirtmektedir. v_1 ışığın birinci ortamdaki (hava) hızı, v_2 ikinci ortamdaki (cam) hızıdır.

Kemâlüddîn el-Fârisî, ışık ışınlarının nüfuz ettikleri ortamların yüzeyinin ya düz ya da küresel olacağını belirtmekte ve bu ortamlar içerisinde ışınların uğradığı değişimleri irdelemektedir. Bu ikinci tip kırılma incelemelerinin tarihsel önemi çok büyüktür. Optik tarihine yakan küreler olarak geçen bu konuyu hakkıyla inceleyen kişi Kemâlüddîn el-Fârisî'dir. Kemâlüddîn el-Fârisî yakan küreler konusunda yaptığı deneylerden edindiği verileri gökkuşağı oluşumunun doğru olarak açıklanmasında kullanmış ve başarılı olmuştur.

f. Karanlık Oda

Bir duvarında küçük bir delik olan ve bu delik aracılığıyla dış bir nesnenin görüntüsünü karanlık bir odadaki perdeye aktarmakta kullanılan **camera obscura**'nın (karanlık oda) tarihi Antik Çağ'a kadar gider. Aristoteles'in (MÖ 384-322) konuya ilişkin bazı doğru belirlemeleri olduğu bilinmektedir. Duvarında perde bulunan karanlık bir odaya, küçük bir delik aracılığıyla güneş ışığı aktarıldığında, perdede dairesel bir görüntü oluştuğu görülür. Bunun nedeni deliğin biçiminin yuvarlak olması değil Güneş'in şeklinin küresel olmasıdır. Dolayısıyla karanlık odada ortaya çıkan görüntülerde deliğin biçiminin önemi yoktur. Bu olgunun doğru açıklamasının ilk kez 1521'de Francesco Maurolico (1494-1575) tarafından yapıldığı kabul edilmektedir. Ancak bilim tarihi çalışmaları, konuya ilişkin ilk deneysel incelemenin İbn el-Heysem (965-

1038) tarafından yapıldığını, daha sonra çeviri yoluyla Batı'ya aktarılan bilgilerin Vitello (öl. 1290), Roger Bacon (1220-1292), Maurolico ve daha birçok bilim ve düşün insanı tarafından ele alındığını göstermektedir. Bu çeviri etkinliğinin dışında kalmış olması dolayısıyla Kemâlüddîn el-Fârisî'nin karanlık oda çalışmaları ve bu konuya katkıları gündeme gelmemiştir. Oysa süreçte dikkat edilmesi gereken bir bilim insanı da odur.

Kemâlüddîn el-Fârisî, *Tenkih el-Menâzır*'da konuyu beş madde halinde incelemiştir. İncelemesinin başında şu belirlemede bulunur:

"(.....) Tutulma durumunda, güneş ışığı dar bir delikten geçip de karşı taraftaki yüzeye düştüğünde hilal şeklinde görünür. Eğer Güneş'in geriye kalan kısmı da hilal şeklinde olursa, Güneş'in tamamı tutulmamış demektir. (…..) Karşı yüzey üzerinde bulunan Güneş'in hilal kısmının ışığı, eğer delik çok dar ise ve genişliğinin sınırındaysa, hilal şeklinde olur. Eğer genişlik değişirse hilal olma durumu da kaybolur ve yuvarlak bir hal alır."

İbn el-Heysem'in açıklamalarını da dikkate alan Kemâlüddîn el Fârisî'ye göre, eğer delik yuvarlaksa ve üzerinde bulunduğu düzlem de perdenin tam karşısındaysa, Güneş ile deliğin merkezlerini bağlayan çizgi de bu iki düzleme (perde ve delik) dikse, Güneş'in hilal kısmındaki bütün noktalar ile delik dairesindeki noktalar arasında bir ışın konisi oluşur. Bu ışın konisi delikten geçerek perdeye ulaşır, bu durumda delik ve perde arasında da, bu kez ilkinin tersi olan, bir koni ortaya çıkar ve perdeye ulaşan bu koni orada birbirine eş, iç içe geçmiş ışıklı hilaller oluşturur.

Delikteki bir noktadan Işıklı hilallerin her birine uzayan her koni, biri içbükey diğeri de dışbükey olan iki yüzeyle çevrelenmiş olur. Perdedeki görüntü yalnızca hilal olarak değil de, karanlık kısmını da içerecek şekilde bir daire olarak hesaba katıldığında, hilalin dış yayı ve iç yayının oluşturduğu daireler eşit olur. Ayrıca perdedeki görüntü karanlık oda kuralı gereği ters olacaktır. Bu durumda perdedeki hilallerin dışbükeyliği Güneş'in hilal kısmındaki dışbükeyliğin tersi yönde ortaya çıkar.

Kemâlüddîn el-Fârisî karanlık odada Güneş'in görüntüsünün hilal ve tam olma durumlarının koşullarını matematiksel olarak göstermiştir. Eğer, Ay'ın ışığının nüfuz ettiği deliğin çapı Güneş ışığının nüfuz ettiği deliğin çapının 1/18'i kadar ise Ay için söz konusu edilen deliğin yüzeyi Güneş için söz konusu edilen deliğin yüzeyinin 1/324'ü kadar olur. Bu durumda delik ancak hissedilebilecek büyüklükte bir noktadır ve buradan nüfuz eden ışığın zayıf olması dolayısıyla ortaya çıkan hilal görüntü algılanamaz. Eğer deliğin çapı hilali oluşturan deliğin çapının 10 katı kadar ise ortaya çıkan ışık yuvarlak olur.

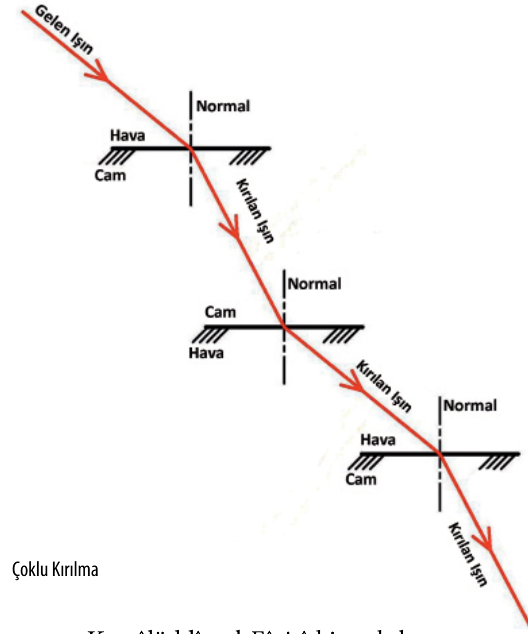
g. Gökkuşağının Oluşumu

Kemâlüddîn el-Fârisî, *Tenkih el-Menâzır*'da "yakan küreler" üzerine yaptığı incelemesinin başlangıcında, "Parlak saydam küre aracılığıyla suretlerin elde edilmesinin dört şekli vardır" diyerek, ışık ışınlarının cam kürelerde uğradığı değişimleri başarılı bir şekilde belirlemiştir. Ona göre, Güneş'ten çıkan ışık ışınları bir yansıma ya da kırılma yüzeyiyle karşılaştıklarında, yansıyarak ya da kırılarak bir başka noktaya ulaşırlar. Eğer bu noktada da bir yansıma ya da kırılma yüzeyi var ise, o zaman ışınlar tekrar yansıyacak ya da kırılacaktır. Bu süreç pek çok kez bu şekilde yinelenebilir ve ışığın niteliği değişmez.

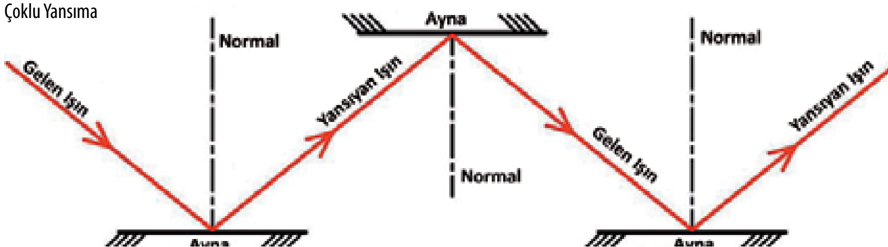
Ayrıntısının gözlem ve deney aracılığıyla elde edildiği anlaşılan ışığın doğasına yönelik bu önemli belirlemesinden sonra, Kemâlüddîn el-Fârisî bir ışık kaynağından çıkan ışık ışınlarının "saydam küre"de izlediği yolları belirlemeye çalışmıştır. Bu belirlemeye göre ışınlar küreye belirli açılarla gelmektedir, küre eksenine uzak olan ışınlar ekseni yakın bir noktada, yakın olanlar da uzak bir noktada kesmektedir ve kesişme tamamen küre dışında olmaktadır. Küreye sağ taraftan nüfuz eden ışınlar sol tarafa, sol taraftan nüfuz edenler de sağ tarafa sapmaktadır. Kemâlüddîn el-Fârisî, deneysel olarak elde ettiği bu bilgilerin yardımıyla, küreye giren her bir ışının kaç yansımaya ve kaç kırılmaya uğradığını belirlemiştir. Buna göre, ışınlar sırasıyla yalnızca iki kırılmaya, iki kırılma ve bir yansımaya, iki kırılma ve iki yansımaya uğramaktadır.

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin bütünüyle doğru olan bu betimlemelerini, verdiği şekil üzerinde yapacağımız yalınlaştırmalarla daha açık hale getirdiğimizde, ilk kez gökkuşağı oluşumunu doğru olarak belirlediği görülebilir.

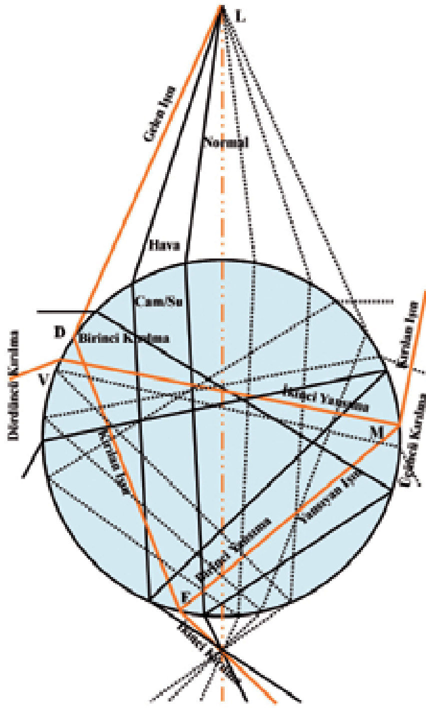
Kemâlüddîn el-Fârisî'nin verdiği çizimden çıkan sonuç şudur: Şekilde betimlenen birinci anlatım, birinci gökkuşağının oluşumunun açıklamasıdır. Çünkü birinci gökkuşağı güneş ışınlarının yağmur damlalarında iki kırılma ve bir yansımaya uğraması sonucu meydana gelmektedir. Şekilde betimlenen iki kırılma ve iki yansıma ise ikinci gökkuşağının oluşumunun açıklamasıdır. Böylece Kemâlüddîn



Çoklu Kırılma



Çoklu Yansıma



Işık ışınlarının cam kürede izlediği yollar

LD ışını D noktasından saydam küreye nüfuz edecek, kürenin ışının geldiği ortamdan daha yoğun olması nedeniyle de kırılmaya uğrayacaktır. Küre içerisinde DE yolunu izleyecek olan ışın E noktasında küreyi terk edecektir. Yeni ortam küreden daha az yoğun olduğu için tekrar kırılmaya uğrayacaktır. E noktasına gelen ışının tümü aslında küreyi terk etmez. Çünkü bir tür çukur ayna görevi gören kürenin, yani yağmur damlasının iç kısmı ışının bir miktarını yansıtacaktır. Bu durumda E noktasında ışının bir kısmı küreyi terk ederek kırılmaya uğrarken, bir kısmı da küre içerisinde EM yolu boyunca yansımaya uğrayarak M noktasına gelir ve aynı nedenlerden dolayı küreyi terk ederek kırılmaya uğrar. Kürenin yoğunluğu her tarafında aynı olduğu için, M'ye gelen ışın da iki tür değişime uğrayacak, kürenin saydamlığından dolayı yansıyacak, yoğunluğundan dolayı da kırılmaya uğrayacaktır. Bu kez küre içerisinde MV yolu boyunca yansıyacak ve M noktasında küreyi terk ederken kırılmaya uğrayacaktır. Aslında M noktasına gelen ışın tekrar kırılmaya ve yansımaya uğrayacaktır. Ancak ortaya çıkan pek çok yansıma ve kırılma sonucu iyice zayıflayacağı için, bu üçüncü yansıma ve kırılmayı belirlemek olanaklı olmaz.

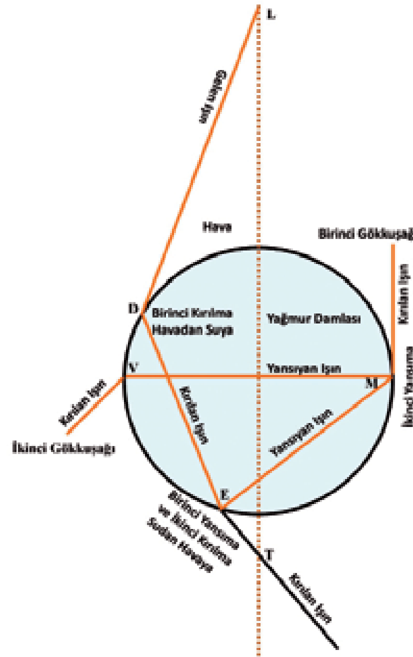
el-Fârisî'nin gökkuşağı oluşumunu bütünüyle doğru bir biçimde ve bugünkü anlamda açıklayabildiği anlaşılmaktadır.

Ortaçağ optik biliminin olağanüstü başarılarından biri olan ve Müslüman doğa filozoflarının matematiksel optik incelemelerinin doruğunu oluşturan bu çalışmanın diğer bir şaşırtıcı yönü de yukarıda söz konusu edilen üçüncü yansıma ve kırılmayla ilgilidir. Bu belirleme üçüncü bir gökkuşağının aynı anda oluşup oluşmayacağı ve ikincil gökkuşağının renklerinin neden daha solgun olduğunun yanıtıyla ilgilidir. Kemâlüddîn el-Fârisî, bu durumun ışık ışınlarının uğradığı kırılma ve yansıma sayısıyla ilgili olduğunu doğru bir biçimde belirlemiştir. Ayrıca üçüncü bir gökkuşağının oluşmasının olanaklı olabileceğini, ancak ışık ışınları çoklu yansıma ve kırılma sonucu zayıfladığı için bunun görünmeyeceğini belirtmektedir ki, açıklamalarının tümü doğrudur.

Değerlendirme

Tenkih el-Menâzır yapısı itibariyle İslam dünyasında gerçekleştirilen yüksek düzeyli yapıtlar içerisinde en önemlilerinden biri olmakla birlikte, İslam uygarlığının parlak döneminin bitimine denk gelme şanssızlığı sonucu gereken etkiyi uzun yıllar gösterememiş ve ancak yüzyılımızın başlarında ünlü Alman çevirmen ve araştırmacılar Eilhard Wiedemann ve Joseph Würschmidt'in çevirileriyle tanınmaya başlamıştır. Ancak özü itibariyle bir şerh kitabı olması dolayısıyla bilimsel düşüncenin hız kaybettiği ve durakladığı dönemlerde okutulduğunu düşünmek yanlış olmaz. Çünkü bütün İslam dünyasında şerhlerin sıklıkla okunduğu bilinmektedir.

Bunun dışında, konuyla ilgili kendisinden sonraki çalışmalarda da etkili olduğu anlaşılmıştır. Bu etkinin en belirgin olarak görüldüğü kişi ünlü Türk astronom Takîyüddîn İbn Marûf'tur (1521-1585). Takîyüddîn, *Kitâb Nûr-i Hadaka el-Ebsâr ve Nûr-i Hadîka el-Enzâr* (Göz ve Bakış Bahçesinin Işığı Üzerine) adlı optik kitabının giriş bölümünde *Tenkih el-Menâzır*'ı temel bir kaynak olarak kullandığını açıklamaktadır.



Birincil ve ikincil gökkuşağı oluşumunun geometrik gösterimi

Kaynakça

Boyer, C. B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton, New Jersey, 1987.

Kemâlüddîn el-Fârisî, *Tenkih el-Menâzır*, 2 cilt, Haydarabad, 1928.

Rashed, R., "Le Modéle de la Sphere Transparente et léxplication de l'arc -en- ciel: ibn al-Haytham, al-Fârisî", *Revue d'histoire des Sciences et de leurs applications*, Sayı 23, 1970.

Sayılı, A., "İbn Sîna'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", *İbn Sîna Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, T.T.K., 1984.

Topdemir, H. G., "İbnü'l Heysem'in Optik Araştırmaları", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, Cilt I, Sayı 1, Öncü Kitap, 1992.

Topdemir, H. G., "Kamal al Din al Fârisî's Explanation of the Rainbow", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, Cilt 1, Sayı 2, Öncü Kitap, 1992.

Topdemir, H. G., "İbn el-Heysem'in Işık Üzerine Adlı Makalesi", *Belleten*, Cilt 61, Sayı 230, T.T.K., 1997.

Topdemir, H. G., "Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Gökkuşağı Açıklaması", *Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt 33, Sayı 1-2, Ankara Üniversitesi, 1990.

Topdemir, H. G., "Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Gökkuşağı Açıklaması", *Araştırma Dergisi*, Cilt 14, Sayı 14, Ankara Üniversitesi, 1992.

Topdemir, Hüseyin Gazi, *Takîyüddîn'in Optik Kitabı*, Kültür Bakanlığı, Ankara 1999.



Hüseyin Gazi Topdemir, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi (DTCF), Felsefe Bölümü, Sistematik Felsefe ve Mantık Anabilim Dalı'nı bitirdikten (1985) sonra, 1988 'de "Kemâlüddîn el-Fârâsî'nin İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır* Adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakan Kürelerdeki Kırılmaya Ait Bölümü'nün Çevirisi ve Kritiği" başlıklı tezle yüksek lisans ve 1994'te de "Işığın Niteliği ve Görme Kuramı Adlı Bir Optik Eseri Üzerine Araştırma" başlıklı teziyle de doktora programını tamamladı. Bilimsel çalışma alanları, bilim tarihi ve bilim felsefesi olan yazarın bu konularda birçok çalışması bulunmaktadır. Halen DTCF, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı'nda profesör olarak çalışmalarını sürdürmektedir.

Dr. Bülent Gözcelioğlu

Ballıbabagiller



Ballıbaba *Lamium* cinsini oluşturan bitkilere denir. Ballıbabalara ülkemizde tatlıbaba, ballık otu adı da verilir. Eflatun çiçekli bu türün adı *Lamium amplexicaule*'dir. Fotoğraf İzmir'de, Mart 2010'da çekilmiştir.

bulent.gozcelioglu@tubitak.gov.tr

Günümüzde doğal ürünlere olan ilgi, doğal olarak yetişen tıbbi ve aromatik bitkilere de yansımış durumda. Dünyadaki 300 bin çiçekli bitki türünden 20 bininin tıbbi amaçlar için potansiyel taşıdığı ve bunlardan 4 bininin yoğun olarak kullanıldığı biliniyor. Ülkemizde de yaklaşık 12 bin bitki türünün 500 kadarının tıbbi ve aromatik değeri var. Ballıbabagiller (Lamiaceae) ailesi de bunlardan biri. Ballıbabagiller (ballıbaba, nane, kekik, lavanta, dağ çayı vb.) hoş kokulu, bir ya da çok yıllık otsu bitkilerdir. Birkaç türü çalımsı ya da ağacımsı formdadır. Yapraklarında kokulu yağ salgılayan küçük salgı bezleri vardır. Çiçekleri mor, beyaz ve kırmızı olur.



Ballıbabalar hem geleneksel olarak hem de modern çalışmalarda bitkisel drog (hayvanlardan ve bitkilerden kurutularak ya da özel yöntemlerle toplanarak elde edilen, eczacılıkta ve kısmen sanayide kullanılan ham veya yarı ham madde) olarak kullanılan, araştırılan bir aile. Bitkisel drog olarak kullanılmasının yanı sıra baharat, gıda ve gıda katkısı, kozmetik, boya ve içecek endüstrisinde yaygın olarak kullanılıyor. Bu kullanım için bitkiler doğadan doğrudan kontrolsüz biçimde toplanıyor. Sonra ham ya da yarı işlenmiş olarak pazara sunuluyor. Bu sistem bitkilerin doğal popülasyonlarına zarar verdiği gibi elde edilen gelirin de çok düşük olmasına neden oluyor. Bunun için dünya pazarında yeri olan türlerin belirlenmesi, bu türlerin toplanmak yerine tarım yapılarak işlenmesi ve son ürün olarak pazara sunulması önemlidir. Bu anlamda tıbbi ve aromatik bitki tarımının ülkemizde gelişmesi geleneksel tarıma da iyi bir alternatiftir.



Fotoğraf: Doç. Dr. Kazım Çapacı

Kaynak
Karadoğan, T., Göller Yöresinde Lamiaceae Familyasına dahil Bitki Türlerinin Tespiti ve Tıbbi ve Aromatik Değerlerinin Belirlenmesi, TÜBİTAK Proje no: TOGTAG-2599., 2003

Yılan Görünümlü Kertenkele

Oluklu Kertenkele

Çoğu insan içgüdüsel olarak yılandan korkar. Bütün yılanların insana saldırdığı ve hepsinin zehirli olduğu sanılır ve bu yüzden de bir yılan görüldüğünde öldürülmesi gerektiği düşünülür. Ancak hiçbir yılan durduk yerde insana saldırmaz. Yılanlar çok fazla tahrik edildiklerinde kendilerini tehlikede hisseder ve korunma amacıyla saldırabilirler. Yılanların çoğu zehirsizdir. Kemiricilerle, örneğin farelerle beslendikleri için de bunların çoğalmasını önlerler. Eğer yılanların ekosistemdeki rolleri, davranışları daha iyi bilinseydi herhalde hemen öldürülmezlerdi. Aslında bir kertenkele türü olan ancak görünüşleri yılana çok benzeyen oluklu kertenkelelerin başına da yılanların başına gelen şeyler gelir. Tamamen zararsız olan bu canlının soyu bu nedenle tehlikededir.

Oluklu kertenkeleler adlarını vücutlarının her iki yanında bulunan oluk şeklindeki girintili yapılardan alır. Boyun bölgesinde başlayıp kuyruğa kadar devam eden bu yapılarda kemik plaka yoktur, bu nedenle oluklu kertenkeleler kıvrılarak rahatça hareket edebilir. Gençler ve erginler birbirlerinden renkleri ile ayırt edilir. Genç dönemde sırt bölgesi açık gri ve bu rengin tonlarındayken karın bölgesi beyazımsı gridir. Sırt bölgesinde kahverengi ya da siyah renkli benekler vardır. Oluklu kertenkele büyüdükçe bu benekler kaybolur, gri bölgeler de sarıya ya da kahverengine döner. Erginleşince vücutları bakır kırmızısı olur. Oluklu kertenkeleler yumuşak vücutlu böcekler, salyangozlar ve çekirgelerle beslenir. Çok hızlı hareket edebilen oluklu kertenkelelerin boyları 150 cm kadar olabilir. Bitkisi çok olan taşlık yerler, çalılıklar, bahçelik yerler başlıca yaşam alanlarıdır. Taş altları ve kemirici yuvalarına da girerler. Yüksekliği 2000 metreye kadar olan yerlerde de bulunabilirler. Ülkemizin hemen hemen her yerinde bulunurlar.

Bacakları olmayan oluklu kertenkeleler göz kapaklarının ve kulak deliklerinin olmamasıyla yılanlardan kolayca ayırt edilebilirler. Bunların yanı sıra küçük mahmuzlara benzeyen arka bacak kalıntıları vardır.



Fotoğraflar: Prof. Dr. Bayram Göçmen

Kaynaklar
Budak, A., Göçmen, B., Herpetoloji, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No. 194, 2005.

Kırgıbayır





Üzerinde yaşadığımız yerkabuğu, jeolojik ve iklimsel olayların etkileriyle farklı aşamalardan geçerek günümüzdeki şeklini aldı. Bu aşamalar iç ve dış kuvvetler olarak ayrılır. İç kuvvetleri kırılma, kıvrılma, çanaklaşma, kubbeleşme, volkanizma oluşturur. Dış kuvvetleriyse su, rüzgâr, buz oluşturur. Dış kuvvetler aşındırma, parçalama işlemi yapar. Aşındırmanın etkileri uzun zaman süreci içinde daha iyi görülür. Örneğin, kaba bir hesapla, 4000 metre yüksekliğindeki bir dağ, yılda 0,5 mm aşınırsa, 8 milyon yıl sonra deniz seviyesine kadar alçalabilir. Aşındırmada akarsular çok etkilidir. Akarsular yeryüzünde hareket ederken yerkabuğunu aşındırarak değişik şekillerin de oluşmasına yol açar. Bu şekiller vadi, menderes, dev kazanı, peribacaları, plato, Peneplen (yontukdüz) ve kırgıbayır olarak adlandırılır ve sınıflandırılır.

Kırgıbayırlar, kurak ya da yarı kurak geçen iklimlerde, yağışın şiddetli, sağanak halinde olduğu, bitki örtüsünün az olduğu arazilerde oluşur. Kırgıbayırlar, yumuşak ve geçirimsiz tüflerin, millerin, killerin ve marnların bulunduğu dik yamaçlarda, şiddetli yağışın etkisiyle oluşan sellerin ve sel yarıntılarının genişlemesi sonucu meydana gelir. Görünüşleri ve renkleri bulundukları kaya yapısına bağlı olduğundan çeşitlilik gösterir. Kırgıbayırlar İç ve Güneydoğu Anadolu'da yaygın olarak görülür. Erozyon sonucu oluşan bu doğal yapı turizm değeri de taşır. ABD'deki Badlands (kırgıbayır) Milli Parkı bu yapının dünyadaki bir başka örneğidir. Ülkemizde de kırgıbayırların bulunduğu bölgeler milli park haline getirilerek değerlendirilebilir.

Fotoğraf: Turgut Tarhan

Kaynaklar
Erinç, S., Jeomorfoloji, Der Yayınları 284, 2002.
http://www.gorp.com/

Sığın

Bir Zamanlar Anadolu'da

Büyük memeli türlerinin soyları tüm dünyada hızla tükeniyor. Türler kendilerine yeterli barınma, beslenme ve yaşam alanı bulamıyor. Aşırı avcılık, yaşam alanlarının daralması en büyük etkenler. Büyük memelilerin uzun hamilelik dönemleri, doğan yavrunun büyümesinin uzun zaman alması ve doğal düşmanlarına karşı savunmasız olmaları da yok oluşu hızlandıran diğer etkenler. Sığın da soyu tehlike de olan türlerden biri.



Sığınlar İran, Irak, İsrail, Ürdün, Lübnan, Suriye, Filistin ve Türkiye'de yaşamış. Ancak günümüzde sadece İran'da doğal bir popülasyon var. İsrail'deyse yeniden yerleştirilmiş popülasyonlar hayatlarını devam ettirmeye çalışıyor. Bunun dışındaki yerlerdeyse sığının soyu tamamen tükenmiş. İran'da yaşamını devam ettirmeye çalışan ve koruma altında olan sığınların sayısı 365 civarında.

Sığınların yaşadığı ekosistemler ormanlık yerler, bozkırlar, çalılık arazilerdir. Yalnızca erkek bireylerde boynuz vardır. Bu boynuzlar oldukça kalın ve geniş olabilir. Sığınların sırt kısmı kırmızımsı kahverengi arasında bir renktir. Sırt kısımlarında beyaz benekler de bulunur. Vücudun alt tarafına doğru beneklerin birleşmesiyle oluşan beyaz bir bant vardır.

Boyunlarından kuyruklarına kadar uzanan siyah bir sırt çizgileri vardır. Sığınlar (Dama mesopotomica) ülkemizde koruma altında yaşayan alageyiğe (Dama dama) çok benzer. Ancak alageyiklerden biraz daha büyüktürler. Sığınlar İran alageyiği ve Mezopotamya alageyiği olarak da bilinir.



Çizim : Ayşe İnan Alican

Kaynaklar
Harrison, D. L. ve Bates, P. J. J., The Mammals of Arabia. Second Edition, Harrison Zoological Museum Pub. s. 205-207, 1991.
Demirsoy, A., Türkiye Omurgalıları, Memeliler, Çevre Bakanlığı, 1996.
http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/6232/0
undulata/#text=Facts

Doç. Dr. Ferda Şenel

Alerji



Vücudun temas ettiği yabancı maddelere karşı bağışıklık sisteminin gösterdiği aşırı tepki sonucunda çeşitli alerjik hastalıklar ortaya çıkar. Doğada sıklıkla karşılaştığımız polenler, tüy, çim, toz gibi yabancı maddeler alerjiye yol açabileceği gibi çeşitli ilaçlar, kimyasal maddeler ve gıda maddeleri de alerjiye sebep olabilir. Saydığımız bu maddeler birçok kişide hiçbir alerjik tepkiye yol açmazken bazı kişilerde alerjik hastalıklara sebep olur. Halk arasında saman nezlesi olarak bilinen alerjik rinit (nezle), astım, ilaç ve gıda alerjileri en sık görülen alerjik hastalıklardır. Bunlar arasında en iyi bilineni astımdır. ABD'de 15 milyon kişinin bu hastalıktan etkilendiği bildirilmiştir. Alerjik nezle ilk olarak 19. yüzyılda nadir görülen bir hastalık olarak tanımlanmıştır. Ancak günümüzde saman nezlesi toplumun % 10-20'sinde görülmekte ve sadece ABD'de 35 milyon insanı etkilemektedir. Alerjik hastalıklar, kişinin hayat kalitesini düşürmekle kalmayıp hayatı tehdit eden durumlara da yol açabilir. Anaflaksi denilen ve vücudun yabancı maddeye karşı gösterdiği ani şiddetli alerjik tepkime ölümle bile sonuçlanabilmektedir. Bağışıklık sisteminin ve alerjinin moleküler mekanizmalarının aydınlatılması, alerjik hastalıkların tedavisinde önemli ilerlemelere yol açmıştır.

Toplumda sık görülen alerjik nezleye veya diğer adıyla saman nezlesine yol açan en önemli etken bahar aylarında havada uçuşan polenlerdir. Hava yoluyla vücuda giren polenler veya toz parçacıkları, vücutta yabancı madde olarak algılanır. Alerjik nezle sadece mevsime bağlı değildir, toza, hayvan tüyüne, halıdaki yüne veya başka kimyasal maddelere karşı tepki olarak da ortaya çıkabilir. Antijen denilen ve vücudun yabancı olarak algıladığı parçacıkların alerjiyi başlatması için bağışıklık sistemine sunulması yani vücudun algılayabileceği şekle dönüştürülmesi gerekir. Bunun için vücuda giren antijen ilk olarak, antijen sunucu hücrelerin içerisine alınarak parçalara ayrılır. Antijen parçacıkları, antijen sunucu hücrelerin dış zarına yerleştirilir. Antijen parçacıkları, hücre dış zarında HLA denilen moleküllere bağlanır. HLA, organ nakillerinde doku uygunluğu açısından da bakılan ve insan hücrelerinin bir tür kimliği olarak kabul edilen bir grup moleküldür. Daha sonra HLA moleküllerine bağlanan antijen parçaları, T hücrelerine sunulur. HLA'ya bağlanmış olan antijen parçalarını algılayan özel T hücreleri değişerek saldırgan bir hal alır (sitotoksik T hücreleri) ve interlökin molekülleri (örneğin IL-4 ve IL-13) salgılamaya başlar. İnterlökinler aracılığıyla burun hücreleri üzerinde VCAM-1 molekülleri belirir. VCAM-1 molekülleri sayesinde, bağışıklık sistemi hücreleri kolaylıkla burun hücrelerine yapışır. Ek olarak, interlökin molekülleri, B hücreleri üzerine etki ederek değişime uğramalarına yol açar. Normal koşullarda sessiz duran B hücreleri değişerek, protein yapısında IgE denilen özel bir molekül salgılamaya başlar. Bir tür antikor olan IgE, hava yollarındaki mast hücrelerine veya kandaki bazofil hücrelerine bağlanır. IgE ile bağlanan bu hücreler, başta histamin olmak üzere damarlar, sinirler ve salgı bezleri üzerinde etkili, bir dizi molekül salgılayarak alerjik belirtileri başlatır.

Histamin alerjik nezlenin en sık görülen belirtileri olan burun kaşıntısı ve burun tıkanıklığına yol açar. Mast hücrelerinden salgılanan prostaglandin ve lökotrienler de burun tıkanıklığına yol açan diğer moleküllerdir. Kolinerjik sinir uçlarının uyarılması, burun hücrelerinin salgısını artırır ve burun akıntısını başlatır. Yapılan çalışmalarda, alerjik nezlesi olan kişilerin burun sıvılarında yüksek miktarda, P maddesi olarak anılan bir molekül tespit edilmiştir. P maddesi, burundaki kılcal damarların geçirgenliğini artırarak nezleyi tetiklemektedir. Eozinofil hücrelerinin burunda birikimine bağlı olarak da bu hücrelerde hasar ve dökülme olur. Bütün bu tepkimelerin sonucunda burun tıkanıklığı, hapşırık ve burun akıntısıyla kendini gösteren alerjik nezle ortaya çıkar. Polen ve toz gibi yabancı maddelerin buruna girmesinden sonraki 15-30 dakika içinde alerjik tepki başlar. Alerjik tepki 6-12 saat içerisinde doruk noktaya çıkar ve şikâyetler artar. Yabancı maddeyle temas halinde kalındığı sürece bu şikâyetler devam eder. Havada bol miktarda polenin uçuştuğu bahar aylarında dışarıya çok fazla çıkmamak, kapı ve pencereleri kapalı tutmak, tozlu ortamlardan kaçınmak, kuş tüyü yastık yerine pamuklu yastık kullanmak, bitki ve hayvan tüylerinden uzak durmak alerjik nezleden korunmak için alınacak önlemler arasındadır.

Astım hastalığının oluşumundaki temel etken, toz ve tüy gibi çevresel kökenli yabancı maddelerin, yabancı (antijen) olarak algılandıktan sonra, T hücrelerini harekete geçirmesidir. Uyarılan T hücrelerinden salgılanan interlökinler bağışıklık sisteminin diğer hücreleri olan B hücrelerini, eozinofilleri, nötrofilleri harekete geçirir. Bunların sonucunda, alerjik nezlede olduğu gibi, IgE antikorları salgılanarak mast hücrelerine bağlanır. IgE antikorları mast hücrelerine bağlandığında histamin, proteaz, prostaglandin D2 ve lökotrienler salgılanır. Mast hücrelerinden salgılanan bu moleküller hava yollarındaki kasların ani kasılmasına, buna bağlı olarak da hava yollarının tıkanmasına yol açar. Astım ataklarında akciğerlere hücum eden eozinofil hücreleri, salgıladıkları maddelerle hava yollarının kasılmasına katkıda bulunurken, hücrelere de hasar verir. Yapılan araştırmalar astım hastalığının şiddetiyle, akciğerlerdeki eozinofil hücrelerinin miktarı arasında bağlantı olduğunu göstermiştir. Alerji sırasında akciğerlere gelen öldürücü hücreler (NK cells yani doğal öldürücü hücreler) çeşitli maddeler (örneğin sitokin) salgılar ve hava yolları aşırı hassas hale gelir.

Rinovirüs veya RSV gibi virüslere bağlı üst solunum yolu enfeksiyonları, astım ataklarını tetikleyebilir. Hava kirliliği, aşırı toz ve vücuttaki yararlı bakterilerin azalması da hastalığı tetikleyen diğer unsurlardır. Hastalığın tedavisindeki temel hedef, astıma yol açan çevresel etkenin tespit edilip ortadan kaldırılmasıdır. Bazen evdeki bir halının değiştirilmesi veya tozların düzenli alınması dahi astım ataklarını azaltabilir. Astım atakları sırasında, hava yollarını açıcı (bronkodilatör) ilaçların kullanılması gerekir. Nefes yoluyla alınan bu tür ilaçları, her astım hastasının yanında bulundurması zorunludur.

mfsenel@yahoo.com.tr

İlaç Alerjisi

İlaç alerjisi sık görülen bir durumdur ve bazen ölümle dahi neticelenebilir. İlaçların molekül ağırlıkları, tek başlarına alerjik tepkime başlatamayacak kadar küçüktür. Alerjiyi başlatabilmek için ilaçların önce proteinlere bağlanması gerekir. Protein-ilaç kompleksi, antijen sunucu hücreler tarafınca alınarak bağışıklık sisteminin diğer hücrelerine götürülür. Bağışıklık sisteminin temel yapı taşlarından olan T-hücreleri çoğalarak çeşitli moleküller üretmeye başlar. Bu moleküller, B-hücreleri ve diğer T-hücrelerini harekete geçirir. En şiddetli ilaç alerjisine sebep olan mekanizma, Tip 1 denilen alerjik tepkimedir. IgE antikorlarına bağlanan ilaç molekülleri mast hücrelerini alarm durumuna geçirirler. Histamin, lökotrien, prostalandin ve sitokinler damarları genişletir (vazodilatasyon), sıvılara karşı geçirgenliği artırarak ödem oluşturur, hava yollarındaki kasların kasılarak daralmasına (bronkokonstriksiyon) yol açar. Bağışıklık sisteminin, anaflaksi denilen abartılı tepkisine bağlı olarak kan basıncında ani düşüş, şok ve ölüm dahi görülebilir. Bu tür tepkilere yol açan ilaçların başında penisilin ve sefalosporin grubu antibiyotiklerle, genel anestezi sırasında kullanılan bazı ilaçlar gelir. İlaçlara karşı alerji, IgE dışında farklı mekanizmalarla da gelişebilir.

Daha nadir görülen Tip 2 alerjik tepkimeler IgG antikorları aracılığıyla olur. İlaçlar IgG antikorlarıyla birleşince, kırmızı ve beyaz kan hücrelerini harekete geçirerek alerjik tepkimeleri başlatır. Bu şekilde alerjiye yol açan ilaçlardan biri olan ve Parkinson hastalığında kullanılan metildopa, kırmızı kan hücrelerini parçalayarak kansızlığa (anemi) yol açar. Ağrı kesici ve ateş düşürücü olan aminopirin beyaz kan hücrelerinin, kanı sulandırmaya yarayan heparin de trombositlerin parçalanmasına sebep olur.

İlaç alerjisine yol açan bir diğer mekanizma da ilaçların antikorlarla bağlanmasıyla oluşan "antijen-antikor" ikilisidir. Tip 3 denilen bu alerjik tepkimede, ilaç ve antikorların oluşturduğu immün kompleks denilen moleküller, damarlara veya organlara yapışır. Daha sonra, antijen-antikor ikilisinin üzerine komplemen denilen bir madde bağlanır. Böylece antijen-antikor- komplemen kompleksi oluşur. Bu kompleks, bölgeye makrofajların ve diğer beyaz hücrelerin gelmesini sağlayarak burada doku hasarını başlatır. Beta laktam yapısındaki antibiyotikler, tetrasiklin yapısında bir antibiyotik olan minosiklin ve kalp ritmini düzenleyen kinidin bu tür bir mekanizmayla alerji oluşturur. İlaç alerjisine nadiren yol açan bir mekanizma da T-hücrelerinin geliştirdiği hafızaya bağlı olan Tip 4 alerjik tepkimedir. Karşılaştıkları ilaçları yabancı madde (antijen) olarak algılayan ve yapılarını hafızalarına atan bu hücreler, daha sonra aynı ilaçla karşılaştıklarında derhal savaş başlatırlar. Hafızaları güçlenen T-hücreleri, benzer yapıdaki ilaçlara karşı da tepki gösterebilir. Bu nedenle, daha önce hiç kullanmadığımız bir ilacı ilk aldığımızda dahi alerjik tepki gelişebilir.

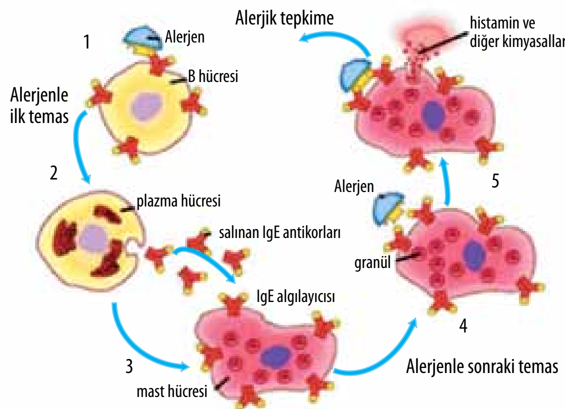
Gıda Alerjisi

Gıda alerjileri, bağışıklık sisteminin bazı gıdalara karşı oluşturduğu olumsuz bir tepki sonucunda gelişir. Bazı kişiler belirli gıdaları yediklerinde buna karşı özel IgE antikorları oluşturur. Normal koşullarda miktarı çok az olan ve bizi parazitlere karşı koruyan bu antikorların düzeyi alerjik kişilerde aşırı derecede yüksektir. IgE antikorları, mast hücrelerinden ve bazofillerden histamin ve benzeri moleküllerin salgılanmasına yol açarak alerjik belirtileri başlatır. Gıda alerjisinde çoğunlukla sindirim sistemine veya cilde ait belirtiler görülür. Deride döküntü, kaşıntı, kızarıklık, karın ağrısı, kusma, ishal, öksürük, hapşırma, nezle ve burunda kaşınma gıda alerjisi belirtileri arasındadır. Nefes tıkanıklığı ve kan basıncında düşmeye yol açan ve anaflaksi denilen bir şok tablosu dahi ortaya çıkabilir.

ABD'de tüm nüfusun yaklaşık % 4'ünde gıda alerjisi olduğu tahmin edilmektedir. Gıda alerjenlerinin neredeyse tamamı protein yapısındaki maddelere karşı olur. Çocuklarda en fazla alerjiye yol açan gıdalar inek sütü, yumurta, fındık, fıstık, çikolata, soya fasulyesi ve buğdaydır. Erişkinlerdeyse karides, ıstakoz, yengeç, balık, yumurta ve fıstık en sık alerji yapan gıdalardır. İnek sütündeki kazein, laktoglobulin, laktalbumin, yumurtadaki ovalbumin, ovomucoid, fıstıktaki vicilin, conglutin ve glycinin, balıktaki parvalbumin ve diğer deniz ürünlerindeki tropomyosin adlı maddeler gıda alerjisine yol açar. Bu tür gıdalara alerjisi olan kişilerin, ömür boyu bu gıdaları veya onları içeren diğer ürünleri yememesi gerekir.



Alerjik tepkime oluşumu



Kaynaklar
Gentile, D. A., Skoner, D. P., Allergic Rhinitis. Pediatric Allergy-Principles and Practice, s. 291-300, 2. Basım, 2010.
Velioğlu, S. D., "Gıda Alerjisi", Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Erzurum Mayıs, 2008.
Schnyder, B., Pichler, W. J., "Mechanisms of Drug-Induced Allergy", Mayo Clinic Proceedings 84, s. 268-272, 2009.
Braunstahl, G. J., "The unified immune system: respiratory tract-nasobronchial interaction mechanisms in allergic airway disease", Journal of Allergy and Clinical Immunology, Cilt 15, Sayı 142, 2005.
Wenzel, S., Wilbraham, D., Fuller, R. ve Ark., "Effect of an interleukin-4 variant on late phase asthmatic response to allergen challenge in asthmatic patients: results of two phase 2a studies", Lancet, Sayı 370, s. 1422–1431, 2007.
Broide, D. H., Finkelman, F., Bochner, B. S., Rothenberg, M. E., "Advances in mechanisms of asthma, allergy, and immunology", Journal of Allergy and Clinical Immunology. Cilt 201, Sayı 127, s. 689-695, 2010.

Alp Akoğlu

Satürn Zamanı

İlkbaharın gelmesiyle birlikte gezegenlerin en güzeli de en iyi konumuna geldi. Satürn 4 Nisan'da karşıkonumda olacak. Yani gezegenimiz Satürn ve Güneş'in arasına girecek. Böylece onu tüm gece boyunca gökyüzünde görebileceğiz. Ayrıca bu sırada bize en yakın konumda ve en yüksek parlaklıkta olacak.

Satürn, Güneş battıktan kısa bir süre sonra doğu-güneydoğu ufku üzerinde, Başak'ın parlak yıldızı Spika'nın üzerinde yer alacak. Satürn, Spika'dan biraz daha parlak. Ancak bu parlaklık farkı fazla değil. Ayın sonlarına doğru bu fark biraz kapanacak ve ikisi de aynı parlaklıkta görünecek. Yalnız Spika mavi beyaz renkte, Satürn'se sarı renkte parlıyor. Bu renk farkı çok belirgin olduğu için gezegeni ve yıldızı ayırt etmek kolay. Işık kirliliği altında ya da aylı bir gecede gözlem yapıyorsanız Satürn'ü ve Spika'yı yine kolayca görebilirsiniz.

Gecenin ilerleyen saatlerinde gezegen giderek yükselecek ve saat 01.00 civarı güney yönünde ufuktan yaklaşık 47° yüksekte (ufukla tam tepe noktasının yaklaşık ortası) olacak. Bu, gezegeni teleskopla izlemek isteyen gözlemciler için en iyi zaman. Çünkü gezegen bu sırada gökyüzündeki en yüksek konumuna ulaşmış olacak ve görüntüsü atmosferin bozucu etkilerinden görece az etkilenecek.

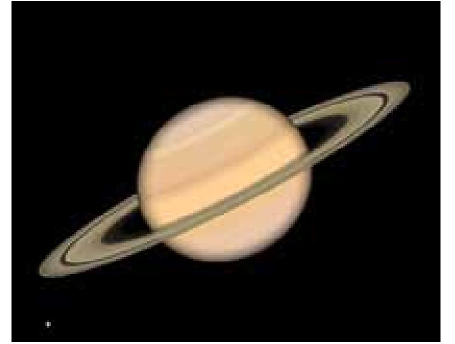
Gezegeni sabah Güneş doğmadan önce görmek için batı-güneybatı ufku üzerine bakmak gerekiyor. Satürn batmak üzereyken Spika bu sefer onun solunda, ufukta hemen hemen onunla aynı yükseklikte bulunuyor.

Satürn'ün parlaklığı ve konumunda Nisan ayı süresince çok belirgin bir değişim olmayacak. Gezegeni Mayıs'ta ve yaz aylarında giderek kısalan sürelerle görebileceğiz. Günler ilerledikçe giderek daha erken doğacağından hava karardığında her geçen gün daha yüksek konumda olacak. Ağustos'tan sonra gezegen akşam gökyüzünden çekilecek ve Ekim'de sabah gökyüzüne geçecek.

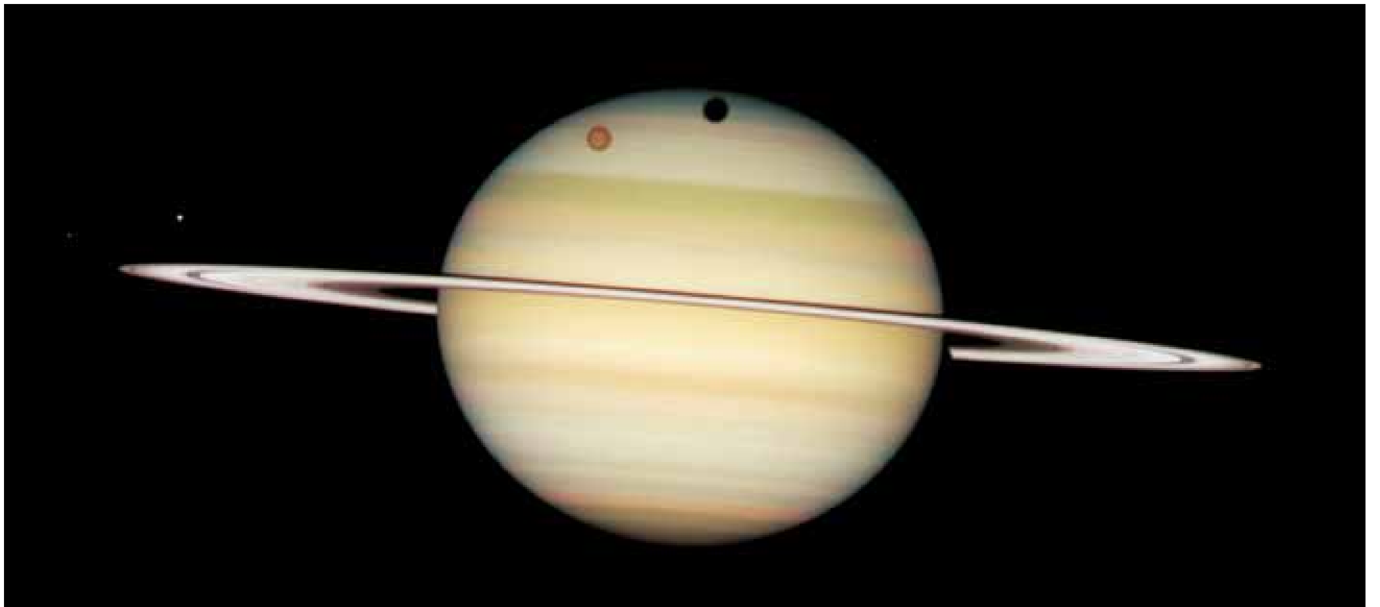
Satürn'ün karşıkonuma gelişi özellikle teleskoplu gözlemciler için önemli bir fırsat. Hem yakın hem de parlak oluşu bir yana, halkalarının durumu da onu ilgi çekici bir hedef yapıyor. Halkalara tam yandan baktığımızda halkaların inceliği nedeniyle onları göremeyiz. Halkaları iyi görebilmemiz için bize göre olabildiğince açılı olmaları gerekir. 2007'den bu yana, ekseninin bakış doğrultumuza dike yakın bir durumda olması nedeniyle halkalar çok ince görünüyordu. Şimdiyse artık küçük bir teleskopla bile görebileceğimiz şekilde açılı duruyorlar. İşte bu özellikler bir araya geldiğinde yani Satürn karşıkonumdayken ve halkaları iyice açılmışken onu görmek için küçük bir teleskop bile yeterli olur.

Satürn'e bir teleskopla bakarsanız büyük uydularını da görebilirsiniz. En büyük uydusu olan Titan, Güneş Sistemi'nin de ikinci büyük uydusudur. Titan'ı temiz bir gökyüzü altında bir dürbünle bile fazla zorlanmadan görmek mümkün. Gezegenin diğer büyük uydularından Tethys, Dione ve Rhea bir dürbünle kolay kolay seçilemese de küçük bir teleskopla görülebilir.





Satürn'ün geçen yılki karşı konumunda (üstte) ve bu yılki karşıkonumunda (altta) halkalarının durumu.



Satürn'ün 2009'da çekilen fotoğrafında en büyük uydusu Titan gezegenin önünden geçerken görülüyor. Titan'ın gölgesi Satürn'ün üzerine düşmüş durumda.

alp.akoglu@tubitak.gov.tr

04 Nisan
Satürn karşıkonumda (tüm gece gökyüzünde)

17 Nisan
Satürn ile Ay yakın görünümde (akşam)

19 Nisan
Merkür ile Mars çok yakın görünümde (sabah)

22 Nisan
Lir göktaşı yağmuru

30 Nisan
Venüs ile Ay yakın görünümde (sabah)

1 Nisan 23.00
15 Nisan 22.00
30 Nisan 21.00

Nisan'da Gezegenler ve Ay

Merkür, ayın ilk haftası günbatımında batıda olmasına karşın ufka çok yakın konumda olduğundan görülemeyecek. 11 Nisan'da sabah gökyüzüne geçen gezegeni ayın son günleri görmek mümkün olacak. Ne var ki, yine ufuktan fazla yükselemeyecek olan gezegenin görülebilmesi için temiz bir gökyüzü ve doğu ufku açık bir gözlem yeri gerekiyor.

Gözlenebileceği süre iyice kısalan **Venüs**, ayın başında hilal halindeki Ay'la birlikte gün doğmadan önce doğu ufkunda yer alıyor. Venüs, ay boyunca ufkun üzerindeki konumunu koruyacak ve sabahları Güneş doğmadan önce yaklaşık bir saat süreyle gözlenebilecek. Venüs Temmuz başlarına kadar bu durumunu koruyacak ve Ağustos'ta akşam gökyüzüne geçecek.

Mars ve **Jüpiter** Güneş'e çok yakın görünür konumda oldukları için bu ay gözlenemeyecekler.

17 Nisan akşamı batı ufku

30 Nisan sabahı doğu ufku

Satürn bu ay gözlem için çok uygun durumda. Gezegen ayın ilk haftası günbatımıyla birlikte doğu ufkunda beliriyor ve tüm gece gökyüzünde kalıyor. 17 Nisan'da Ay'la yakınlaşan gezegen ayın sonuna doğru Güneş doğmadan yaklaşık bir saat önce batıyor.

Ay 3 Nisan'da yeniay, 11 Nisan'da ilkdördün, 18 Nisan'da dolunay, 25 Nisan'da sondördün hallerinden geçecek.

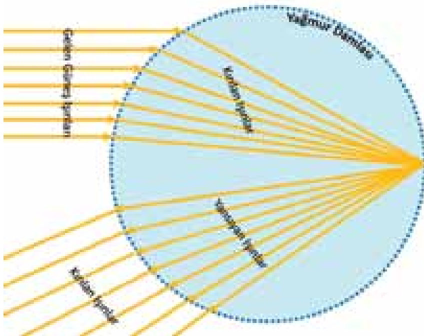
Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

Gökkuşağının Gizemi

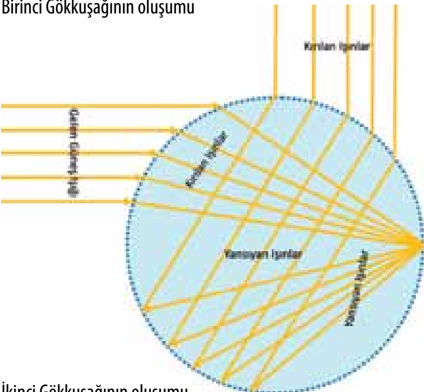
Eski çağlardan bu yana bilim insanlarının en çok merak ettiği konulardan biri de renktir. Rengin bir bilim olgusu haline gelmesini sağlayan da gökkuşağı oluşumuna ilişkin incelemelerdir. Her dönemde ve neredeyse her toplumda ilgi konusu olan gökkuşağı oluşumunun doğru bir şekilde açıklanması ise ışık incelemelerinin bilimi olan optiğin gerçek başarılarından biridir.



İkili gökkuşağı



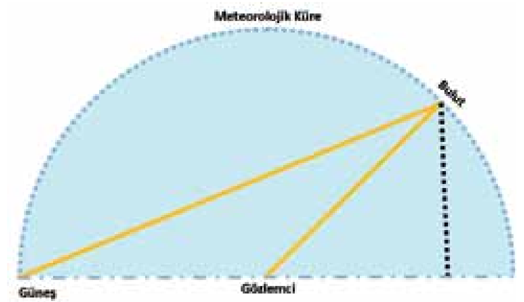
Birinci Gökkuşağının oluşumu



İkinci Gökkuşağının oluşumu

Gökkuşağı

Gökkuşağı, güneş ışınlarının yağmur bulutundan düşen su damlacıklarından geçerken kırılması ve yansıması sonucunda gökyüzünde oluşan renkli yay takımları için kullanılan bir addır. Bu renkli yay takımları, merkezleri gözlemcinin gözü ile ışık kaynağını birleştiren çizgi üstünde bulunan eşmerkezli yaylar olarak görünür. Çoğu kez tek bir gökkuşağı görünmesine karşın, zaman zaman aynı anda iki gökkuşağı da görünebilmektedir. Bunlardan birine birinci gökkuşağı, diğerine de ikinci gökkuşağı denir. Gökkuşağı, dıştan içe doğru kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mor olmak üzere 7 renkten oluşur, bu sıralama aynı zamanda birinci gökkuşağının da renk sıralamasıdır. Buna karşılık ikinci gökkuşağının renk sıralaması bunun tersidir, en dışta mor, en içte kırmızı renk yer alır. Birinci gökkuşağı, güneş ışığının yağmur damlasında iki kırılma ve bir yansımaya uğramasıyla, ikinci gökkuşağı ise buna ek bir yansımayla meydana gelir. İkinci gökkuşağının renk düzeninin birincisinin tersi olmasına yol açan da bu ek yansımadır.



Aristoteles'e göre gökkuşağının oluşumu

Sık sık yarım ya da daha küçük bir daire şeklinde görünmesine karşılık gerçekte gökkuşağının şekli yarım daire değil tam bir dairedir. Nitekim bir uçaktan ya da bir dağ tepesinden bakıldığında, her gökkuşağının tam bir daire olduğunu görmek mümkündür. Biz yeryüzünde yalnızca onun bir parçasını görebiliriz. Çünkü dairenin düşünülen merkezi Güneş'ten ve gözlemcinin gözlerinden geçen çizginin üstündedir. Bu yüzden gökkuşağı dairesinin en büyük kısmı yerin altında kalır. Güneş ne kadar yüksekte ise gökkuşağı dairesi de o kadar derine iner ve yalnızca bir parçası görünür.

topdemir@hotmail.com

Kısa Tarihçe

Türkçede ebemkuşağı, alkım, eleğimsağma da denilen gökkuşağına eski çağlarda dini ve mitolojik anlamlar yüklenmiştir. Gökkuşağıyla ilgili ilk bilgiler, hemen hemen yazılı kaynakların gidebildiği kadar gerilere gitmektedir. Eski Germenler için gökkuşağı, Yer'e bir gezinti yapmak isteyen tanrıların kullandığı bir köprüydü. Eski Japon Şinto rahipleri de buna benzer şeyler düşünüyordu. Babillilere göre de gökkuşağı aşk tanrıçası İştar'ın gerdanlığıydı. Benzer şekilde eski Çin literatüründe de çoğunlukla kehanete hizmet ettiği anlaşılan çeşitli gökkuşağı sınıflamalarına rastlanır. Onlara göre Yin ve Yang adlı evrensel erkek ve dişi ilkeler vardır, gökkuşağı da bu ilkelerin birleşmesi sonucunda oluşmaktadır. Spekülatif, mistik veya mitolojik türden açıklamalar Antik Yunan'da da devam etmiştir. Ünlü tarihçi Homeros İlyada'da tanrıça İris'in, savaş alanında savaşçı Diomedes tarafından yaralanan Afrodit'i gökkuşağını izleyerek Olimpos'a kadar rüzgâr hızıyla kaçırdığını yazmaktadır. Mezopotamya çivi yazılı belgelerde omuzunda yay, elinde yıldırım demetiyle resmedilen bir tanrıdır. Klasik Arapça metinlerde "kavsi kuzah" (renkli yay) olarak adlandırılmıştır, "kavs" eski Arap tanrılar sisteminde (panteon) yay çeken sakallı bir erkek şeklinde tasavvur edilmiş, sonraları bereketli yağmurları yağdırdığına inanılan gökkuşağı ile sembolleştirilmiştir. Sarı, kırmızı ve yeşil renklerden oluşan kuşak anlamına gelen "kuzah" kelimesi kavs kelimesinin yanına bu tanrıya ait bir niteliği belirtmek için eklenmiştir. Tevrat'ta tufandan söz edilirken "benimle yerin arasında bir ahid alâmeti olsun diye yayımı buluta koydum ve Yer'in üzerine bulut getirdiğim zaman yay da bulutta görünecektir" denmektedir.

Gökkuşağı hakkında bu denli mistik ve metafizik söylencenin geliştirilmiş olmasını acaba nasıl anlamak gerekir? Bu ilginin en belirgin nedeni gökkuşağının diğer birçok doğal olgu arasında özel bir yerinin bulunmasıdır. Parlak renklerden oluşan görünüşü cezbedicidir. Gök gürültüsü, şimşek, yıldırım ve deprem gibi korkutucu ve ürkütücü değildir. Her zaman yeni ve umut vericidir, çünkü daima yağmur ve Güneş'in birlikteliğini gerektirir. Bu anlamda eski uygarlıkların gökkuşağını öteki dünya ve ilahilikle bağlantılandırmaları anlaşılabilir. Bütün bunlara karşın, yine de gökkuşağının tanrıların elçilerinin geçmesine özgü bir köprü olmadığını kavramış insanlar da vardı. Bilgisinin yetkinliği dolayısıyla Büyük İskender'in öğretmenliğini de yapan Aristoteles, Yunanlı çağdaşlarından farklı olarak gökkuşağının tanrıça olmadığını anlamıştı. Kendisinden önce yaşamış olan doğa filozoflarının ortaya koydukları bilgiler, doğa olaylarının nedenlerinin de doğada aranması gerektiğini kanıtlamıştı.

Gökkuşağı Tanrıça Değildir

Gökkuşağının bir tanrıça olmadığını anlayan Aristoteles, nasıl meydana geldiğinin doğru olarak açıklanabilmesinde önemli bir adım olan, atmosferdeki su damlacıkları ile Güneş ışınları arasındaki nedensel ilişkiyi kavrayabilmişti. Aristoteles aynı zamanda gökkuşağının oluşumunda Güneş'in, gözlemcinin ve yayın göreli konumları arasında geometrik bir bağlantı bulunduğunu da belirlemişti. Bu o dönem için kuşkusuz çok önemli bir kavrayıştır ve Aristoteles'in büyük bir filozof olmasının yanı sıra büyük bir bilim insanı olduğunun da açık bir kanıtıdır. Aristoteles'in en büyük yanılgısı ise gökkuşağının, güneş ışınlarının yağmur damlalarından değil de yağmur bulutunun yüzeyinden yansıyarak gözlemcinin gözüne ulaşmasıyla oluştuğunu sanmasıdır. Dolayısıyla güneş ışınlarının yağmur damlalarında izlediği yolu ve uğradıkları değişimleri doğru olarak belirleyememiş, dolayısıyla da yanlış çıkarımda bulunmuştur. Açıklamaları dikkatle incelendiğinde, Aristoteles'in gökkuşağı oluşumunda gerekli olan üç temel öğeyi ve bunlar arasındaki ilişkiyi yanlış belirlediği anlaşılmaktadır. Ona göre gökkuşağı oluşması için gerekli olan üç öğe ışık kaynağı, yoğun yağmur bulutu ve gözlemcidir. Aristoteles gökkuşağının oluşumunda yoğun bulutun varlığını zorunlu olarak gerekli görmüş, güneş ışığının bu bulut tarafından gözlemcinin gözüne yalnızca yansıtılması sonucu oluştuğunu düşünmüş, bu olağanüstü güzellikteki doğa olgusunun oluşmasında kırılmanın da rolünün bulunduğunu görememiştir. Bununla birlikte, gökkuşağının biçimini açıklamak için verdiği çizimlerde, bir kimsenin gördüğü nesnelerin, merkezi gözlemcinin gözünde ve tabanı da ufuk düzleminde olan bir yarımküre üzerinde yer aldığını belirtmesi dikkat çekicidir. Aristoteles'in "meteorolojik küre" adını verdiği bu yarım küre üzerinde Güneş ve bulut gözlemciye eşit uzaklıkta yer alır. Güneş ışınları bulutta yansıyıp gözlemciye ulaştığında, gökkuşağı ortaya çıkar ve Güneş'in doğuşu ve batışı arasında gökkuşağı tam bir yarım dairedir. Ancak Güneş yükseldikçe gökkuşağının yayı da küçülür.

Diğer taraftan Aristoteles'in ışık kaynağı hakkında yeterince açık düşüncelere sahip olmadığını da belirtmek gerekir. Işık kaynağı dediğinde çoğunlukla Güneş'i anlamaktadır. Ancak bazen gözü de ışık kaynağı olarak kabul ettiği görülmektedir. Gerçi olgunun geometrik olarak incelenmesinde ışık kaynağının ne olduğunun çok fazla önemi yoktur, ama olgusal gerçekliğin belirlenmesi açısından bunun bir değer taşıdığı açıktır ve uzun yıllar Aristoteles'in yanlış kabulleri ne yazık ki hem Doğu'da hem de Batı'da etkin olmuştur. Bununla birlikte, olguyu büyük ölçüde bilimsel bir bağlamda çözmeye çalışması ve büyük otoritesi nedeniyle Aristoteles'in açıklamaları bağlayıcı olmuş ve gökkuşağının hem İslam hem de Hıristiyan dünyasında pek çok Ortaçağ araştırmacısı tarafından sıklıkla incelenmesine yol açmıştır.

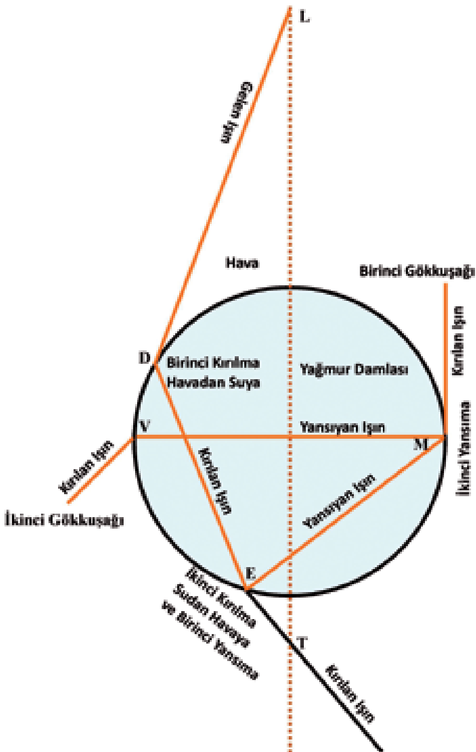

Tanrıça İştar

Ortaçağ Optiğinin Başarısı

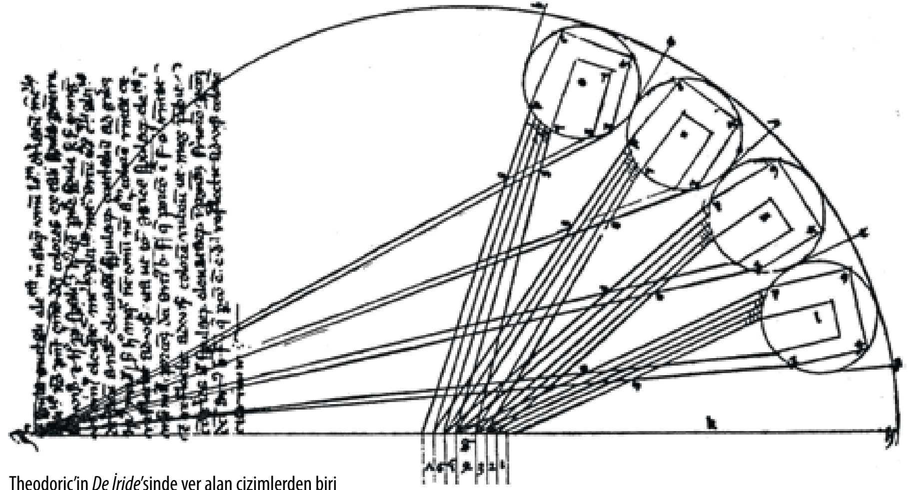
Bilim tarihi incelemeleri 13. yüzyılın sonu ve 14. yüzyılın başına kadar Aristoteles'in gökkuşağı açıklamasına önemli bir katkı yapılamadığını göstermektedir. Bu yüzyıllarda gökkuşağının bilimsel açıklamasına yönelik en önemli adımları İslam dünyasında Kemâlüddîn el-Fârisî (1267-1319), Hıristiyan dünyasında ise Freibergli Theodoric (1250-1311) atmıştır.

Ortaçağ İslam dünyasında gökkuşağına, genelde de ışık konularına ilgi hayli fazladır. Başta İbn el-Heysem (965-1039) olmak üzere, İbn Sînâ (980-1037), el-Karâfî (öl. 1283) ve Kemâlüddîn el-Fârisî (1267-1318) gökkuşağıyla ilgili çalışmalarda bulunmuştur.

İbn el-Heysem'in gökkuşağının oluşumuna ilişkin açıklamaları dikkate alındığında, Aristoteles'in açıklamalarını desteklediği görülmektedir. Ona göre, güneş ışınları çukur yansıtıcı bir yüzey görevi gören bulutun üzerine düştüklerinde yansımaya uğrar. Yansıyan bu ışınlar göze ulaştığında gözlemci gökkuşağını algılamış olur. Bu yansımada gözlemci açığa çıkan renkleri görür. Böylece İbn el-Heysem de gökkuşağının oluşumunda yansımanın rolüne dikkat çekmekle yetinmiştir. Oysa renklerin ve dairesel biçimin açığa çıkması için yansıma yeterli değildir ve kırılmanın da işin içine sokulması gerekir. Fakat İbn el-Heysem kırılmayı dikkate almamıştır.



Kemâlüddîn el-Fârisî'nin 1. ve 2. gökkuşağının oluşumunu açıklaması



Theodoric'in *De İride*'sinde yer alan çizimlerden biri

İbn Sînâ'ya göre ise gökkuşağı ışığın bir buluttan çok, içerisinde çiğ tanelerine benzer saydam, küçük parçacıkların dağıldığı nemli hava tarafından yansıtılmasıyla oluşur. Bu belirleme yaklaşık bir doğruluk içermesine karşın, henüz Aristoteles düşüncesini aşar bir düzeyde değildir. Çünkü artık bulutun rolü doğru bir biçimde, yani yansıtıcı olarak değil sadece kesif bir arka plan olarak belirlenmiştir. Ancak hâlâ gökkuşağının oluşumu yalnızca yansımaya bağlanmaktadır ki bu doğru değildir ve açıkça Aristoteles etkisini göstermektedir. Zaten kendisi ilginç bir biçimde "Benim bu konuda bildiklerim bunlardan ibarettir, daha fazla bilgi edinmek isteyenlerin bunu başkalarında aramaları gerekir" diyerek, durumunu açıkça ortaya koymaktadır.

Gökkuşağının doğru olarak açıklanması sürecinde adı anılması gereken ve Aristoteles ile İbn Sînâ'nın çalışmalarından etkilenmiş olan bir diğer bilim adamı da el-Karâfî'dir (öl. 1283). El-Karâfî öncelikle gökkuşağının görünmesi için gerekli koşullarla ilgilenmiş, Güneş'in, gözlemcinin ve yayın göreli konumlarını belirlemiştir. Ona göre gökkuşağı, güneş ışınlarının havadaki su buharı tarafından yansıtılmasıyla oluşur. Görüldüğü üzere el-Karâfî de buluttan söz etmemekle birlikte, gökkuşağının oluşumunu yalnızca yansımaya dayandırmaktadır; bu bakımdan başarılı saymak olanaklı değildir.

İslam dünyasında konuyu bütün boyutlarıyla ele alan Kemâlüddîn el-Fârisî'dir. El-Fârisî "bütün zamanların en büyük optikçisi" kabul edilen İbn el-Heysem'in başyapıtı Kitâb el-Menâzır üzerine yazdığı ayrıntılı bir yorum çalışması olan Tenkih el-Menâzır (Kitâb el-Menâzır'ın Düzeltilmesi) adlı çalışmasının "yakan küreler" başlıklı bölümünde içi suyla dolu cam kürelerle yaptığı deneyleri anlatmıştır. Bu deneylerden elde ettiği bilgiler yardımıyla, küreye giren her bir ışının kaç yansımaya ve kaç kırılmaya uğradığını belirlemiştir. Buna göre, sırasıyla, ışınlar yalnızca iki kırılmaya (1), iki kırılma ve bir yansımaya (2), iki kırılma ve iki yansımaya (3) uğramaktadır. Kemâlüddîn el-Fârisî'nin yaptığı bu açıklamalardan ikincisi birincil gökkuşağının oluşumunu, üçüncüsü ise ikincil gökkuşağının oluşumunu betimlemektedir ve bütünüyle doğrudur.

Orta Çağ İslam optiğinin bu parlak başarısı, aynı dönemde şaşırtıcı bir benzerlikle Batı'da Theodoric tarafından yinelenmiştir. Theodoric De iride et radialibus impressionibus (Gökkuşağı ve Yarattığı İzlenimler Üzerine, 1304-1311 civarı) adlı kitabında gökkuşağının oluşumunu, yağmur damlası üzerinde yaptığı gözlemlerden edindiği bilgilere dayanarak açıklamıştır. Kitapta yer alan belirlemeler Theodoric'in de problemi doğru bir biçimde kavradığını göstermektedir. Theodoric De iride'nin ikinci kısmında birincil gökkuşağının oluşumunu ele alırken şunları söylemektedir:

"Bir tek yağmur damlasının üzerine ışınlar düştüğünde, gözlemcinin gözüne gelmeden önce, iki kırılma ve bir yansımaya uğrarlar."

Ona göre ışınların bu şekilde göze gelmesinin üç yolu vardır: l) Doğrudan, 2) Yansımayla, 3) Kırılmayla. Buna karşılık birinci ve ikinci gökkuşaklarının oluşması beş temel durumda gerçekleşir: l) tek bir yansıma, 2) tek bir kırılma, 3) iki kırılma iki yansıma, 4) iki kırılma iki yansıma ve 5) toplam yansıma. Ona göre bu beş temel durum bulut, sis ve yağmur içinde meydana gelir. Anlaşıldığına göre Theodoric için de, Aristoteles'te olduğu gibi, bulut önem taşımaktadır. Ancak yine o,

Eşzamanlı Başarının Nedeni Nedir?

Her iki kitabın (*Tenkih el-Menâzır* ve *De İride*) yazılış tarihlerinin (1304 ve 1310) yakın olması, birbirlerinden etkilenme olasılığını ortadan kaldırmaktadır.
O zaman bu eşzamanlı başarının altında yatan neden nedir?
13. yüzyılın sonuna kadar gökkuşağının doğru açıklaması yapılamamıştır.
Ancak İbn el-Heysem'in ışık ışınlarının yansıması ve kırılmasına ilişkin geometrik optikte sağlamış olduğu başarı, gökkuşağının oluşumunun da geometrik olarak ele alınabilmesini olanaklı kılmıştı.
Eşzamanlı başarının nedeni, her iki bilim adamının da çalışmalarını İbn el-Heysem'den edindikleri bilgilere dayandırmalarıdır.
Tenkih el-Menâzır, *Kitâb el-Menâzır*'ın yorumudur; Theodoric de, özellikle kırılma konusunda gereksinim duyduğu bilgileri, *Kitâb el-Menâzır*'dan edindiğini *De İride*'de belirtmektedir.
İbn el-Heysem'in özellikle cam kürelerle yani optik tarihindeki adıyla "yakan küreler"le yaptığı incelemelerin sonuçları daha sonra Batı'da ve Doğu'da optik konusunda çalışan bütün araştırmacıların tek başvuru kaynağı olmuştur. Sonuçta Freibergli Theodoric ve Kemâlüddîn el-Fârisî, yağmur damlası, güneş ışığı ve gökkuşağının oluşumu arasındaki nedensel ilişkiyi kısa sürede doğru bir biçimde ortaya koymayı başarmıştır.

Diğer taraftan gökkuşağını matematiksel olarak açıklayan Descartes'ın ve Newton'un da konuyu incelemek için benzer yöntemlere başvurduğunu düşündüğümüzde bu etkinin önemi daha iyi açığa çıkacaktır.

gökkuşağı ve yağmur damlası arasındaki ilişkiyi ele alırken, yağmur damlasına girdiğinde ışının bir miktarının kırılmaya uğramasına rağmen, geriye kalan miktarının gözlemcinin gözünde bir izlenim bırakmaya yetecek kadar yoğun olduğunu da belirleyebilmiştir. Konuya ilişkin şunları söyler:

"Güneş ışığı su küresinin üst kısmına çarpar ve kırılarak kürenin içine girer, arka içbükey yüzeye çarpar ve geri yansır, daha sonra tekrar geldiği yüzeyden kırılarak geri çıkar ve gözümüze gelir."

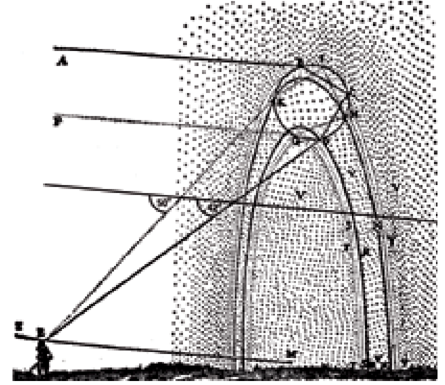
Bu anlatım şüpheye yer bırakmayacak şekilde gökkuşağının tam açıklamasıdır. Zira bu belirlemesinin ardında Theodoric'in, gökkuşağındaki her rengin farklı damlalardan gözlemciye yansıtıldığını ve gözlemci konum değiştirdiğinde de farklı bir gökkuşağının göründüğünü tespit etmiş olması vardır. Bu birinci gökkuşağının açıklanmasından sonra Theodoric ikinci gökkuşağının açıklanmasına girişir. Ona göre ikinci gökkuşağı iki kırılma ve bir yansımaya ek bir yansımayla oluşur. Şunları belirtmektedir:

"İkincil gökkuşağında, Güneş'ten gelen ışınlar yağmur damlasının altına çarpar ve kırılarak içeri girer, iç yüzeyde iki defa yansır, sonra da tekrar kırılarak üst düzeyden dışarı çıkar ve göze ulaşır. Bu durumda da herhangi bir damla göze tek bir renk gönderir."

Theodoric bu kuşağın renklerinin solgun oluşunu da yine bu ek yansımaya bağlar. Çünkü ona göre iki iç yansıma ışığı zayıflatmaktadır. Bu tespiti de isabetlidir, ancak birinci ve ikinci gökkuşağındaki renk düzeninin birbirinin tersi olmasını açıklamada tamamen başarısız olmuş, ayrıca neden daha fazla değil de sadece iki gökkuşağı oluşmaktadır sorusuna da cevap verememiş, "doğanın takdiridir" demekle yetinmiştir.

Gökkuşağı ve Matematik

Gökkuşağının doğru açıklanmasında matematik büyük rol oynamaktadır. Bu yüzden gerçek başarı gökkuşağının büyük ölçüde matematikselleştirilmesinde yatmaktadır. İslam dünyasında bu yöndeki ilk denemeler yakan kürelerle yapılan deneyler sonucunda ortaya konulmuştu. Ancak bilinenler son adımın atılamadığını göstermektedir. Bu açıdan yaklaşıldığında, gökkuşağının oluşumunu fiziksel ve matematiksel olmak üzere bütün boyutlarıyla ele alan kişinin Descartes (1596-1650) olduğu anlaşılmaktadır. Descartes,



Descartes'ın gökkuşağı çizimi

matematiksel olarak, yağmur damlasının yüzeyindeki farklı noktalara düşen paralel ışık ışınlarının damla içerisinde izledikleri yolları gözlemleyerek, her bir ışının farklı yönlerde ortaya çıktığını, ancak bu ışınların gelen ışınların tersi yönde 42°'lik bir açıyla odaklandığını, üstelik bazı renklerin yağmur damlasında diğerlerinden daha fazla kırıldığını, "gökkuşağı açısının" her bir renk için farklı olduğunu, bu nedenle bir tek yağmur damlasının güneş ışığını üst üste sıralanmış renkli yaylar kümesi oluşturacak şekilde dağınıma uğrattığını kanıtlamıştır.

Descartes, aynı zamanda, küresel yağmur damlasına nüfuz eden ışık ışınlarından yalnızca kürenin üst yarısından girenlerin gökkuşağının oluşumuna yol açtığını ve bunlardan sadece 42°'lik bir açıyla yağmur damlasını terk eden ışının gökkuşağı olarak ortaya çıktığını, ortaya çıkan yayın dış kenarının 42°'den daha fazla bir sapmaya uğramadığından daha parlak, iç kenarının ise 42°'den daha az bir sapmaya uğradığı için soluk göründüğünü, bu durumda 42°'nin tam sapma açısı olduğunu ve mor ışığın kırmızı ışıktan daha kuvvetli kırılmaya uğradığını, başka bir deyişle, mor renkli yayın gökkuşağının iç kısmında, kırmızı renkli yayın ise dış kısmında yer aldığını da belirleyebilmiştir.

Descartes'ın açıklamalarının doğru olduğunu belirtmek gerekmektedir. Bugün artık gökkuşağının, merkezi Güneş'in bulunduğu yönün tersi yönde olan, 42°'lik açısal yarıçaplı bir ışık yayı olduğunu ve eğer Güneş ufuktaysa, gökkuşağının tam bir yarı daire şeklinde görülebildiğini, eğer Güneş ufuktan biraz yükselmişse daha küçük bir yay şeklinde göründüğünü, Güneş ufukta 42°'den daha fazla yükseldiğinde ise artık Yer'den görülmediğini biliyoruz.



Bütün bunlar gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklamaktadır. Ancak hâlâ rengin nasıl meydana geldiği konusu açıkta kalmış görünmektedir. Ne Aristoteles'in ne de İbn el-Heysem'in açıklamalarında rengin doğasına ilişkin doyurucu bir açıklamaya rastlanmamaktadır. Aristoteles rengin oluşumunu tamamen ışığın zayıflamasına ya da ışığın ve karanlığın belirli oranlarda karışmasına dayandırmaktaydı. Bilim tarihine değişim kuramı olarak geçen bu açıklama, renklerin gerçek niteliğinin anlaşılmasını sağlayan Isaac Newton'a (1643-1727) kadar kullanılmıştır. Önce Newton, daha sonra da Thomas Young (1773-1829) rengin doğasını giz olmaktan çıkarmıştır.

Newton optik kitabının adını *Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light* (*Optik ya da Işığın Yansıması, Kırılması, Bükülmesi ve Renk İncelemesi*, 1704) olarak belirlemiştir. Rengin doğası ayrıntılı ve deneysel bir incelemeye ilk kez bu çalışmayla konu edilmiştir. Kitabının birinci kısmında Newton bu kitaptaki amacının, ışığın özelliklerini varsayımlarla değil akıl ve deney yoluyla açıklamak ve kanıtlamak olduğunu belirtmektedir. Kitap büyük oranda ışığın kırılmasıyla ilgili açıklamalara dayanmaktadır. Newton, kitabının girişine şöyle başlar:



> Ben renk olgusunu incelemekte kullandığım bir üçgen prizma temin ettim ve karanlık bir oda meydana getirdim. Penceresine de uygun miktarda güneş ışığının girmesine izin verecek küçük bir delik açtım. Deliğin girişine, karşı duvarın üzerine ışığı kıracak bir prizma yerleştirdim. İlk önce meydana gelmiş olan canlı ve yoğun renkleri izlemek çok sevindiriciydi; fakat sonradan daha dikkatli baktığımda, bunları dikdörtgen bir biçimde görmek beni şaşırttı. Çünkü bilinen kırılma kanunlarına göre, ben daire oluşacağını umuyordum.

Newton'un gerçekleştirdiği bu tayf deneyi, ilk kez ışığın ve rengin doğası hakkında bilinenlerin dışında çıkarımlar yapmasını sağladı: Güneş ışığı farklı renklerden oluşur ve her renk prizmada belirli bir açıyla kırılır. Diğer bir deyişle, güneş ışığı farklı kırılma niteliklerine sahip ışınlardan oluşur. Bu çıkarımlar renk ve kırılabilirlik gibi iki olguyu açıkça birbirine bağlamaktadır. Newton bu deneysel araştırmalarından şunu anlıyor: Sanıldığı gibi beyaz ışık temel değil, renkler başlangıçtan itibaren bu ışığın içinde var. Prizma elekten geçiriyormuş gibi renkleri ayrıştırıyor. Her renk prizmada değişik açılardan kırılmaya uğruyor. Newton'un oluşturduğu bu renk kuramının önemli bir yönü matematiksel bir temele dayanmasıdır. Çünkü prizmada renkler belirli bir açıyla kırılıyor. Dolayısıyla her rengin belirli bir kırılma derecesi, açısı var. Böylece her renk belirli bir nicelikle bağdaştırılmış oluyor. Bu deneysel araştırmaları sonucunda Newton, ışığın kırılmasıyla renk arasındaki bağıntıyı doğru bir biçimde belirlemeyi başarmıştır.

Kaynaklar

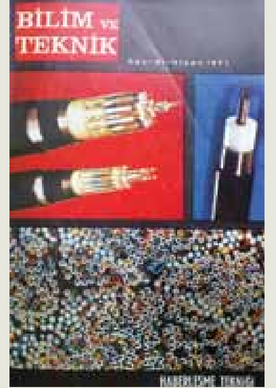
Aristoteles, *Meteorology*, İngilizceye Çeviren: E. W. Webster, Great Books of the Western World, Encyclopædia Britannica Inc., 1952.
Boyer, Carl B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton University Press, 1987.
Newton, I., *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, 1952.
Sayılı, A., "Aristotelian Explanation of the Rainbow", *Isis*, Cilt: 30, 1939.
Sayılı, A., "İbn Sînâ'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", *İbn Sînâ: Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, Türk Tarih Kurumu, 1984.
Sayılı, A., "Al-Qarāfī and his Explanation of the Rainbow, *Isis*, Cilt: 32, 1940.
Topdemir, H. G., "Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Gökkuşağı Açıklaması", *Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt: 33, 1990.
Wiedemann, E., "Über die Brechung des Lichtes in Kugeln nach Ibn al-Haitam und Kamal al-Din al-Fârisî", *Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät in Erlangen*, Cilt: XLII, 1910.
Wiedemann, E., "Theorie des Regenbogens von Ibn al-Haitam", *Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät in Erlangen*, Cilt: XLVI, 1914.

Bilim ve Teknik'le Kırk Yıl

Alp Akoğlu

Nisan 1971

Bilim ve Teknik*'in 40 yıl önceki sayısı olan 1971 yılının Nisan sayısında yer alan başlıklar şöyle: Haberleşme Tekniği, Dünyayı Çepeçevre Saran Radyo Ağı, Keban Barajı, İşte Kompüter Devrimi, Şekerin Tarihi ve Fabrikasyonu, Kirli Suların Temizlenmesi, Fra Mauro ve Ötesi, Atmosferin Oluşumu, Johannes Kepler, Düşünmek ya da Düşünmemekte Direnmek, Ben Erol'un Ayağıyım, Duyuların Muzipliği, Sayıların Bilinmeyen Yönleri, Düşünme Kutusu*



Derginin Nisan 1971 sayısında Haberleşme Tekniği kapak konusu olarak seçilmiş. Bu sayımızda kompüterlerin yani bilgisayarların günlük yaşamda, bilimde ve askeri amaçlarla nasıl kullanıldığına yer verilmiş. Bu ayki köşemizde bu yazıdan bazı bölümler derledik.

İşte Kompüter Devrimi

Bir gün telefon ediyordum. Numarayı çevirdim. Aradan telefon operatörünün sesi geldi:

- Lütfen aradığınız numarayı söyler misiniz?

- 555-7170 dedim.

Operatör teşekkür ettikten sonra başka bir ses şöyle dedi: "Aradığınız numara değişmiştir, lütfen 555-7535'i çeviriniz."

İkinci ses bir kompüterden gelmişti. Ben 555-7170 derken operatör özel daktilosunda karta geçirmiş, bana teşekkür etmiş ve çalıştırma düğmesine basınca kompüter devreye girmişti. Numara kompüterin hafıza ünitesine ulaşınca karşılığı olan numara bulunmuştu. Daha sonra kompüter önceden özel bantlara kaydedilmiş mesaj ve birden ona kadar sayıları söyleyebilen bir cihaza yeni numarayı aktarmıştı. İşte duyduğum ikinci ses buradan gelmişti. Operatör yedi saniye içinde görevini yapmıştı. Eğer elektronik beyin yardım etmeseydi aynı işi en az dört-beş misli zamanda yapabilirdi.


İşte Kompüter Devrimi

Kompüter bilgi değişimini otomatik olarak yapar. Bu nedenle bilgiler makinenin anlayacağı özel bir dile çevrilir. Bugün pek çok kompüterde ikili sistem denilen bir kod kullanılmaktadır. Alfabenin her harfi ile sayılar iki basamakla, 0 ve 1 olarak ifade edilmektedir.

Makinenin içinde bu iki sayı açılıp kapanan elektrik anahtarlarıyla temsil edilir (0 için açık, 1 için kapalı). Kompüterin içinde binlercesi bulunan bu minik anahtarlar alış, hafıza, kontrol işlem ve veriş olmak üzere beş ünitede gruplandırılmışlardır. Alıcı ünite iki sistemle aşağıdaki kaynakların verdiği bilgileri adeta okur.

Üzerlerinde yüzlerce delik açılabilecek özel kartlar: Delikler 1'i, delik olmayan noktalar da 0'ı gösterir.

Bir santimetresinde binlerce manyetize edilmiş noktanın bulunduğu manyetik bantlar: Bu bantlardaki belirli yöndeki bir nokta 1'i, aksi yöndeki bir nokta ise 0'ı belirtir.

Bir klavye: Herhangi bir tuşa basıldığında o tuşun belirttiği harf veya sayı 0 ve 1'e dönüşen elektrik akımları haline gelir.

Bir radar veya televizyon kamerası: Bu kaynakların topladıkları bilgiler de elektrik akımlarına dönüştürülerek ikili sisteme çevrilir.

İkili sisteme çevrilmiş bilgiler makineye verildiğinde bunlar hafıza, kontrol ve işlem ünitelerinin anlatılamayacak kadar karmaşık düzenlerinde toplanırlar, çıkartılırlar, birbirleriyle karşılaştırılırlar, kısacası işlenirler. Sonunda veriş ünitesi sonuçları çeşitli şekillerde bize sunar: İkili sistemde işlenmiş kart ve bantlar veya elektrikli daktilolarda yazılmış normal metinler halinde ya da özel seslendirme cihazlarından ses olarak verir.

Köfteli sandviç alırken oldukça mütevazi, fakat hayret verici bir örnekle karşılaştım. Kasabadaki kız üzerinde HBG yazılı bir tuşa bastı ve bana bir fiş uzattı. Tuşa parmağı dokunduğu anda mağazanın elektronik beyni de benim ne aldığımdan haberdar olmuştu. Ertesi sabah merkezin dört mil uzaktaki kompüteri telefonla bütün mağazaların elde ettiği sonuçları toplayıp değerlendirerek bir gün önce satılan köfteli sandviç sayısını buluyor ve bugün için gereken miktarı her dükkan için ayrı ayrı tespit ediyordu.

Şık Bayan ve Kompüter

Karımla birlikte bir elbise mağazasına girdik. O kendine bir elbise aldı. Satıcı kız etiketin üzeri delikli kısmını yırtıp aldı. O gece bütün şubelerden gelen kartlar merkezdeki elektronik beyne verilecek ve ertesi sabah müşterilere en çok satılan modeller bildirilecekti. Böylelikle yeni siparişlerini günün modasına göre verebilecekti şık bayanlar.

Mağazadan çıktıktan sonra bir müzikale bilet almak istedim. Gişedeki kız önündeki düğmelerden birine bastı ve küçük bir ekranda 14. sıra 100/101 sayıları göründü. "Peki" dedim. Kız başka bir düğmeye bastı ve biletimiz otomatik olarak hazırlandı.

Tiyatroya gittiğimizin ertesi günü telefonla bir havayolundan Dallas için bir yer istedim. Gerçi görmüyordum ama memurun yaptığını artık biliyordum. Düğmelere basıyor, önündeki ekrana bakıyor ve uçuş numarasını, tarihi, yolu biletime otomatik olarak işliyordu. Dahası da vardı: Acaba öğle yemeğinde balık mı yoksa et mi isterdim?

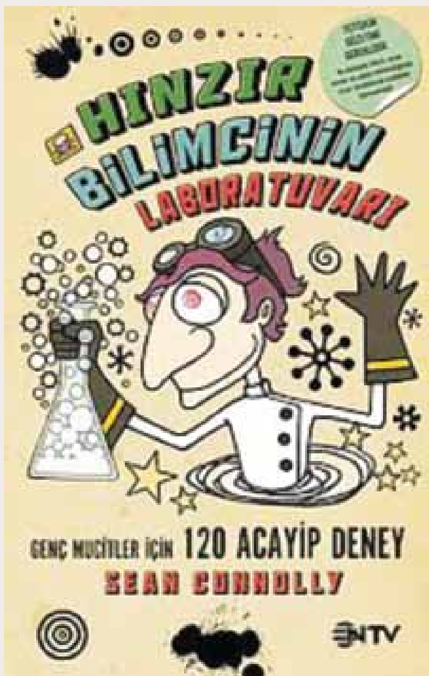
Günümüzün kompüter teknolojisine bakıldığında değişen şartlara uyan, gerektiğinde kendi kendilerini tamir eden ve hatta yedek parçalarını bile kendileri imal eden araçların yapımının mümkün olduğu görülmektedir. Dahası da var. Bir gün hisler ve ahlaki değerlerle donatılan kompüterler bu değerler üzerinde yargıya varabileceklerdir.

İlay Çelik

Hınzır Bilimcinin Laboratuvarı

Genç Mucitler İçin 120 Acayip Deney
Sean Connoly
Çev. Özgür Ersöz
NTV Yayınları, Şubat 2011

Bilimin sıkıcı olacak derecede ciddi ve imkânsıza yakın derecede zor bir uğraş olarak görülmesi yaygın bir durum. Bu yüzden çoğu zaman en iyisinin bilimi bilim insanlarına bırakmak olduğu düşünülür. Çoğu insan siyaset üzerine az çok fikir yürütür, pek çok insan kendince şiir ya da öykü yazarken bilim genellikle girilemeyecek ya da girilmemesi gereken bir alan olarak toplumun biraz uzağında kalır. Oysa pek çok bilimsel gerçek, herkesin anlayabileceği ve keyif alabileceği biçimde sunulabilir; herkesin bir ölçüde bilimsellik taşıyan süreçleri deneyimleyebileceği etkinlikler oluşturulabilir. Aslında "bilim ve toplum" ya da "toplumda bilim" olarak bilinen araştırma ve etkinlik alanı, bu amaçlara yönelik çalışmaları da kapsıyor. Bilimin topluma sevdirilmesine ve benimsetilmesine yönelik bilim ve toplum faaliyetlerinde genellikle önem verilen bir özellikse etkileşimlilik. İnsanların etkin olarak katıldıkları, bizzat deneyimledikleri süreçlerin, pasif dinleyici ya da alıcı konumunda oldukları süreçlerden daha faydalı olabildiği, en azından o süreçler için tamamlayıcı olduğu anlaşılıyor. Bu amaca yönelik olarak bilim merkezleri gibi kurumlar, bilim gösterileri ve bilim kampları gibi etkinliklerin yanı sıra insanların günlük yaşamlarında bilimsellik taşıyan etkinliklerle uğraşmaları konusunda onlara yardımcı olabilecek yazılı ve görsel yayınların varlığı da çok önemli. NTV Yayınları'ndan geçtiğimiz Şubat ayında çıkan Hınzır Bilimcinin Laboratuvarı tam da bu amaca hizmet eden bir popüler bilim kitabı. Genç Mucitler İçin 120 Acayip Deney alt başlığını taşıyan kitap her yaştan insana kolaylıkla erişilebilecek malzemeler kullanarak çok temel bazı bilimsel süreçleri gözlemleyebilecekleri deneyler yapma konusunda yol gösteriyor.



Sean Connolly

Sean Connolly çocuk ve genç yetişkin kitapları yazarı. Aralarında Bill Gates ve Nelson Mandela'nın biyografilerinin de bulunduğu, ellinin üzerinde kitabın yazarı. Kitaplarının çoğu ilk okuma serilerinde yer alıyor. 2010 yılında yayımlanan *The Book of Potentially Catastrophic Science* adlı kitabıyla Amerikan Bilimi Geliştirme Derneği (*American Association for the Advancement of Science, AAAS*) tarafından uygulama içeren bilim kitapları dalında Subaru Bilim Kitapları & Filmleri (SB&F) ödülüne layık görüldü. Diğer eserlerinden bazıları: *64 Daring Experiments for Young Scientists, Sudan (Countries in Crisis), Leonardo Da Vinci* ve *Tobacco (Straight Talking About ...)*

Yazar her şeyden önce okurların keyif almasını istemiş, bu yüzden konuşma dilinde, esprili, kısa metinler kullanmış. Her bir deneye "Sessiz patlama", "Bungee jumping yapan yumurta" ya da "Lastik tavuk kemiği" gibi ilgi çekici ve merak uyandırıcı başlıklar vermiş ve her deneyin başına okurları deneme yapma konusunda güdüleyecek bir paragraf yazmış. "Malzemeler", "Yöntem" ve "Bilimsel Bahane" bölümlerinden oluşan deney yönergeleri, temelde bir öğrenci laboratuvarında dağıtılan kılavuzlara benziyor. "Bilimsel Bahane" kısmında deneyin kuramsal arka planı çok basit düzeyde ve yine basit bir dille anlatılıyor. "Dikkat Edin" başlıklı kısımda ise olası küçük tehlikelere karşı alınması gereken tedbirler ya da deneyin daha iyi yürümesine yardımcı olacak ipuçları yer alıyor. Kitap her ne kadar her yaştan insana hitap ediyorsa da, yazar çocukların deneyleri yapmak istemesi durumunda yanlarında mutlaka bir yetişkinin olması gerektiğini vurguluyor.

Kitapta anlatılan deneylerle ilgili konularda bilim tarihinden kısa ve ilginç hikâyeler de deneylerin arasına serpiştirilmiş. Yazar kitabın sonuna deneyleri uygulayan okurların kendi deneyimlerini tıpkı bir bilim insanı gibi sistemli bir şekilde not edebilecekleri, fakat yine eğlenceli başlıkları olan boş Deney Günlüğü Şablonları eklemiş. Ayrıca deneylerin ne kadar şaşırttığı, eğlendirdiği ya da beğenildiği gibi sorulardan oluşan Deney Ligi Tablosu adlı bir de ölçek vermiş. Kitabın en sonunda ise okurların hangi deneyde hangi aşamada olduklarını not edebilecekleri bir deney kontrol listesine yer vermiş. Kitabın her yaştan okura bilimi daha yakınlarında hissedecekleri anlar yaşatmasını diliyoruz.



Şekilli Fizik Sözlüğü

Corinne Stockley, Chris Oxlade, Jane Wertheim
Resimleyen: Fiona Johnson
Çev. Sadi Turgut
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Kasım 2010

En karmaşık bilimsel konular bile çok temel kavramlara dayanır. Bu kavramlar tam da bu yüzden "temel" sayılır. Bu yüzden de hangi alanda ve hangi düzeyde (akademik ya da mesleki) olursa olsun bilimsel bilgi birikimi edinmek isteyen bir kişinin temel kavramları mutlaka anlamış ve özümsemiş olması gerekir. Ancak örgün eğitimde çoğu zaman test yöntemiyle sınamaya dayalı sistemden kaynaklı çeşitli güdülenmeler, öğrencilerin temel kavramlara gerekli önemi vermesine ve temel kavramları anlamak için gerekli çabayı göstermesine engel olabiliyor. Nitekim öğrencilerin konu anlatımlarını okumadan test sorularını çözmeye yönelmesi, eğitimcilerin en çok şikâyet et-

tikleri durumlardan biri. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'ndan geçtiğimiz yılın Kasım ayında çıkan *Şekilli Fizik Sözlüğü* bu eksikliği kapatmaya katkı sunabilecek nitelikte, 12 yaş üzeri herkese faydalı olabilecek bir kaynak kitap.

Corinne Stockley

Corinne Stockley yazarlık ve editörlüğün yanı sıra çocuk ve genç yetişkin kitapları için çizerlik yapıyor. Diğer eserlerinden bazıları: *Mikroskop* (TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları), *Illustrated Dictionary of Chemistry* (Illustrated Dictionaries), *Illustrated Dictionary of Science* (Illustrated Dictionaries), *The Usborne Illustrated Dictionary of Biology* (Illustrated Dictionaries)

Chris Oxlade

Chris Oxlade çocuk kitapları yazarı, çizeri ve editörü. Diğer eserlerinden bazıları: *Mikroskop* (TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları), *Hands-on Science Projects: Transport* (Hands-on), *Floods in Action* (Natural Disasters in Action), *Solar Energy* (Fueling the Future)

Jane Wertheim

Jane Wertheim çocuk ve genç yetişkin kitapları yazarı. Diğer eserlerinden bazıları: *Illustrated Dictionary of Chemistry* (Illustrated Dictionaries), *Illustrated Dictionary of Science* (Illustrated Dictionaries)

Anlaşılması zor pek çok kavram görselleştirilerek anlatıldığında çok daha kolay ve kalıcı olarak kavranabiliyor. Şekilli Fizik Sözlüğü bu ilkeyi benimseyerek, özellikle ilköğretim ikinci kademedeki ve ortaöğretimdeki öğrencilerin okulda gördükleri fizik derslerindeki temel kavramları anlamalarını sağlayacak, bu kavramları her an ellerinin altında toplu olarak bulabilecekleri bir kaynak oluşturuyor. Ancak kitap yalnızca bir yardımcı ders kitabı olarak değil, fizikle ya da fizik dersleriyle ilgisi olmayan insanların bile keyifle okuyabileceği bir popüler bilim ya da genel kültür kitabı olarak da değerlendirilebilir. Kitap "mekanik ve genel fizik", "ısı", "dalgalar", "elektrik ve manyetizma", "atom ve çekirdek fiziği" ve "genel fizik bilgisi" ana başlıkları altında topladığı temel fizik kavramlarını açıklayıcı, yetkin çizimler eşliğinde anlatıyor.

Şekilli Fizik Sözlüğü ilköğretim ikinci kademe ve lise öğrencilerinin fizik dersleri için temel bir başvuru kaynağı olabilir. Öğretmenler ders anlatırken kavramların kitaptaki anlatımlarından ve yine kitaptaki şekillerden esinlenebilir. Üniversite öğrencileri kitabı temel kavramları hatırlamak için hızlıca başvurabilecekleri bir kaynak olarak bulundurabilir. Ayrıca 12 yaş üzeri herkes zengin bir görsellikle daha anlaşılır -ve çok daha ilginç- hale getirilmiş temel fizik kavramları arasında keyifli bir genel kültür gezisine çıkabilir. Fen ve fizik öğrenenler başta olmak üzere, tüm okurlara faydalı olması ve keyif vermesi dileğimizle...

Doğa-Yabani Çiçekler

Sarah Khan, Kirsteen Rogers
Çev. Burcu Meltem Arık Akyüz
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Kasım 2010

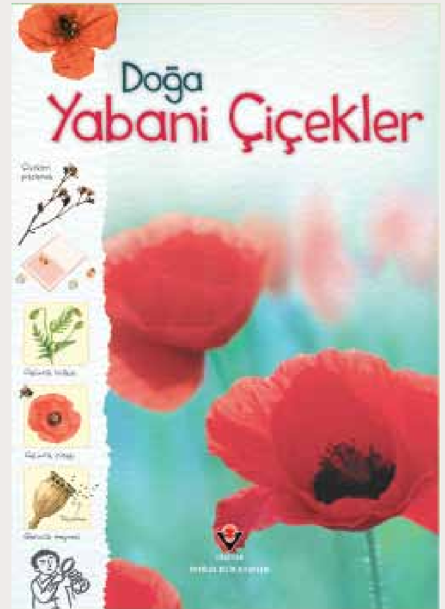
Çocukların doğal alanlarda zaman geçirmesinin ve doğayı daha yakından tanıyabilecekleri etkinliklerde bulunmalarının hem genel olarak gelişimleri açısından hem de çevrelerine duyarlılık geliştirebilmeleri bakımından ne kadar önemli olduğu her geçen gün daha iyi anlaşılıyor. Bu tür etkinliklerde uzman kuruluşların sağladığı eğitsel desteklerin yanı sıra doğal alanlarda çocukların kendi kendilerine ya da ebeveynleriyle birlikte doğayı tanımaya yönelik etkinlikler yaparken kendilerine kılavuzluk edecek yazılı kaynaklar bulabilmeleri de çok önemli. Çevirisi TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'ndan geçtiğimiz Kasım ayında çıkan Doğa-Yabani Çiçekler adlı kitap özellikle genç okurların doğadaki yabani çiçekleri tanımalarına ve onların yaşamları hakkında çeşitli bilgiler edinmelerine yardımcı olacak bir popüler bilim kitabı. Kitabın "Çiçekleri İncelemek" başlıklı ilk bölümünde yabani çiçeklerin yaşamlarına ve çiçekleri nasıl tanıyabileceğimize ilişkin bilgiler var. "Yeni Çiçekler" başlıklı bölümde çiçeklerin çoğalma, "Çiçeklerin Ömrü" başlıklı bölümde de hayatta kalma stratejileri anlatılıyor. "Yabani Çiçeklerin Yaşam Alanları" başlıklı bölüm ise yabani çiçeklerin çeşitli yaşama alanları hakkında bilgiler veriyor. Kitabın sonunda da okurların rastladıkları yabani çiçekleri tanımalarına yardımcı olabilecek bir yabani çiçek rehberi bulunuyor. Kaliteli fotoğrafları ve çizimleri, sevimli sayfa ve kapak tasarımları ve sade anlatımıyla Doğa-Yabani Çiçekler genç okurları ebeveynleriyle de paylaşabilecekleri doğa keşfi maceralarına davet ediyor. Okurların doğaya olan ilgisini ve sevgisini pekiştirmesi dileğimizle...

Sarah Khan

Sarah Khan çocuk kitapları yazarı ve editörü. Yayımlanan kitaplarından bazıları: *Animals Sticker Book* (Spotter's Guides Sticker Books), *Night Sky Sticker Book* (Usborne Sticker Books), *Horses and Ponies Sticker Book* (Spotter's Guides Sticker Books) ve *Rocks & Minerals Sticker Book* (Spotter's Guides Sticker Books - New Format)

Kirsteen Rogers

Kirsteen Rogers çocuk ve genç yetişkin kitapları yazarı ve editörü. Yayımlanan kitaplarından bazıları: *The Usborne Encyclopedia of World Religions: Internet-linked* (World Cultures), *Illustrated Dictionary of Chemistry* (Illustrated Dictionaries), *100 Dinosaurs to Spot* (Spotter's Cards) ve *Animals Sticker Book* (Spotter's Guides Sticker Books)



"En sıcak çöllerden en soğuk dağlara, el değmemiş ormanlardan büyük şehirlere kadar neredeyse her yerde yetişebilen yabani çiçekler, hayvanlar ve insanlar için hatta bütün dünya için vazgeçilmez.

Yabani çiçeklerin renkli dünyasını tanıtan bu küçük kitapta onlarla ilgili ilginç gerçekleri, hayatta kalmak için ne gibi yollar geliştirdiklerini öğreneceksiniz. Ayrıca kitabın son bölümünde adını bilmediğiniz bir çiçeği görünüşüne bakarak tanımanızı sağlayacak küçük bir de rehber var."

Yuvarlak Masa
Bir grup arkadaş yuvarlak masa etrafında oturmaktadır. Kahve molasından sonra yeniden masaya oturduklarında şu ilginç durumla karşılaşırlar:

Herkesin sağında ve solunda oturan üçer kişi, moladan önce oturan altı kişiden tamamen farklıdır.

Masada oturanların sayısı en az kaç olabilir?

Tam Kare Toplamları
Beş farklı tam kare sayıyı toplayarak elde edilemeyen, ancak altı farklı tam kare sayıyı toplayarak elde edilebilen en küçük sayı nedir?

(Tam kare sayılar: 0, 1, 4, 9, 16, 25, ...)

Olanaksız Tam Kare Toplamı
Birbirlerinden farklı tam kare sayıları toplayarak elde edilemeyecek en büyük sayı nedir?

Bu özelliğe sahip sayılardan bazıları:

2, 3, 6, 7, 8, 11, 12, 15, 18, 19, 22, 23, 24

Dokuz Top
Üçü normal, üçü normalden biraz ağır, üçü de normalden biraz hafif olmak üzere toplam dokuz top karışık halde bulunmaktadır.

İki kefeli bir denge terazisi kullanarak topların tümünü ait oldukları gruplara ayıracaksınız.

Bu işlemi başarıyla gerçekleştirmeyi garantiye almak için en az kaç tartı yapmak gerekir?

Not:
Ağır toplar kendi aralarında, hafif toplar da kendi aralarında aynı ağırlığa sahiptir.

Sayı Üretimi
Her adımda elde edeceğiniz sayının tüm rakamlarının farklı olması koşulu ile, aşağıdaki adımları uygulayarak bir sayı üreteceksiniz.

1) Bir, iki ya da üç rakamlı bir sayı yazınız.

2) Bu sayının yan yana bulunan en fazla üç rakamını silerek boşalan yere bu rakamların oluşturduğu sayının karesini yerleştiriniz.

3) Elde ettiğiniz sayı için ikinci ve üçüncü adımları tekrarlayınız. Koşulları sağlayan yeni bir sayı üretemiyorsanız işlemi durdurunuz.

Bu adımlar sonucunda üretilebilecek en büyük sayı nedir?

Örnek:
307, 3(07), 349, 3(4)9, 3169, …

Çarpma İşlemi
Aşağıdaki adımları gerçekleştirerek bir çarpma işlemi yapacaksınız.

0'dan 9'a kadar olan 10 rakamdan 9'unu, ardışık rakamlar komşu (yatay ve düşey) karelerde bulunmayacak biçimde yerleştiriniz.

Her satırdaki en büyük rakamı siliniz.

Kalan iki rakamın (soldan sağa) oluşturduğu üç sayıyı çarpınız.

Bu işlemde elde edilecek çarpım sonucu en fazla kaç olabilir?

Örnek:

1	6	0
7	2	9
3	8	4

Rakamlar yukarıdaki gibi yerleştirilseydi, sonuç 24.480 (10×72×34) olacaktı.

Komşu Rakamlar
Her rakamı farklı olan bir sayının ilk ve son rakamı dışındaki bütün rakamları, komşularının (sağındaki ve solundaki birer rakam) ortalamasından büyüktür.

Bu özelliğe sahip en büyük sayı nedir?

On Altı Sayı
1'den 16'ya kadar olan sayıları 4x4'lük bir satranç tahtasına öyle yerleştireceksiniz ki, bütün ardışık sayı çiftleri (1-2, 2-3, ..., 15-16) komşu karelerde (sağ-sol-alt-üst) bulunacak.

Bu işlem kaç farklı biçimde yapılabilir?

Soru, 1'den 4'e kadar olan sayıları 2x2'lik bir satranç tahtasına yerleştirmek için sorulsaydı cevap 8 olacaktı.

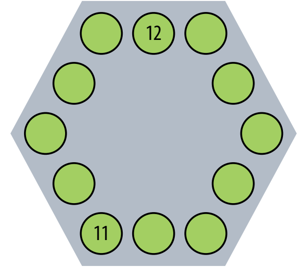
1	2	1	4	2	1	4	1
4	3	2	3	3	4	3	2
2	3	4	3	3	2	3	4
1	4	1	2	4	1	2	1

Soru İşareti
Aşağıdaki şekilde soru işaretinin yerine hangi sayılar gelecek?

1	5 3	3
1 3	5	1 5
3 5 1	3 5	?

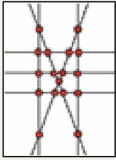
Sihirli Altıgen

Sağdaki şekilde 1'den 10'a kadar olan 10 sayıyı boşluklara öyle yerleştirin ki, altıgenin her kenarındaki 3 sayı toplandığında aynı sonucu versin.

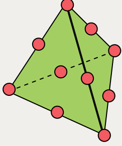


Geçen Sayının Çözümleri

On Yedi Kesişim
X en az 7 olabilir.
Doğrular ve kesişim noktaları için bir örnek aşağıdadır.

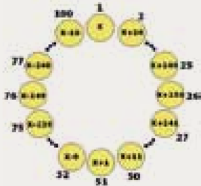


Düzgün Dörtyüzlü
10
Bu 10 nokta aşağıdaki biçimde yerleştirilebilir.



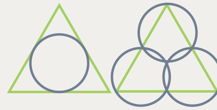
Yüz Öğrenci
499
N=Kişi sayısı (N=100)
A=Yan yana duranlar arasındaki en büyük fark (A=10)
B= Yan yana duranlar arasındaki ikinci en büyük fark (B=9)

x=En küçük okul numarası
En büyük=x+(N/2 -1)*A + B = x+499
Fark=499
Okul numaralarının dağıtıldığı bir örnek aşağıda verilmiştir.



Buluşma Noktası
Buluşma noktası 1819 m'de olmalıdır.
(Sıraya dizildiklerinde, en ortadaki yani 50. sporcunun yeri)

Eşkenar Üçgenler
4
Bir eşkenar üçgen hangi açı ile çevirilirse çevirilsin ilk şekilde görülen daire biçimindeki bir alanı mutlaka kaplıyor.



Bu boyda üç tane daire ise o eşkenar üçgenin tamamını kaplamaya yetiyor. Yani 4 eşkenar üçgenin herhangi üçü diğer (dördüncü) üçgeni kaplamak için yeterli oluyor.

Satranç Tablosu
14 kare çizerek 8x8'lik bir satranç tablosu elde edilebilir.

Adı - Soyadı
420 farklı biçimde olabilir.
Adında ve soyadında kullanılan farklı harf sayılarına göre oluşan tablo aşağıdadır.

ADI	SOYADI	
1 harf	1 harf	12
1 harf	2 harf	72
1 harf	3 harf	24
2 harf	1 harf	72
2 harf	2 harf	216
3 harf	1 harf	24
	Toplam	420

Küpteki Prizmalar
1000
Her yüz için bir küplük dört adet, iki küplük üç adet, üç küplük iki adet ve dört küplük bir adet olmak üzere toplam 10 kombinasyon vardır. Üç yüz dikkate alındığında 10x10x10=1000 farklı prizma sayılabilir.

Hangisi Farklı?
2. satır farklı.
(1. satır ters çevrilince 4. satır, 3. satır ters çevrilince ise 5. satır elde ediliyor.)

Soru İşareti
(45, 52, 59, 66, 73) ve (67, 60, 53, 46, 39) dizileri

7	3
3	9